



**Marta Alexandra da
Fonseca Diogo**

Evolução da linha de costa da Praia da Vagueira



**Marta Alexandra da
Fonseca Diogo**

Evolução da Linha de Costa da Praia da Vagueira

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências das Zonas Costeiras, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Cristina Bernardes, Professora Associada do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Doutor João Manuel Alveirinho Dias
Professor Associado da Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente da Universidade do Algarve

Doutora Cristina Maria de Almeida Bernardes
Professora Associada do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

agradecimentos

O percurso de uma tese de dissertação de mestrado é um trabalho árduo, de grande esforço mas de grande recompensa. Mas esta não é individual, mas sim resultado de um empenho constante de algumas partes que se dispuseram a acompanhar-me neste caminho. Por isso mesmo não posso deixar de agradecer a diversas pessoas sem as quais este trabalho não seria possível.

Em primeiro lugar, à Doutora Cristina Bernardes pela sua excelente orientação, apoio, críticas, sugestões, incentivo e descontração e boa disposição, bem como pela disponibilidade que sempre demonstrou.

Ao Vítor Neto, o meu profundo agradecimento pelas horas dispendidas na formação, pela sua infindável paciência, pelo seu apoio, sugestões, críticas e oportunidades.

Ao Paulo Baptista, pela sua disponibilidade na georreferenciação dos dados através de GPS Diferencial.

À Helena Albuquerque, amiga, colega e companheira das muitas aventuras, por todo o seu apoio e disponibilidade no trabalho de campo, pelo seu encorajamento e, principalmente, pela sua amizade.

À Ana Catarina Carvalho, pelas horas perdidas a partilhar sonhos além-mar e por mostrar que é sempre possível.

A todos os meus amigos e familiares pelo tempo e atenção que não lhes pude prestar e pela paciência que tiveram nos momentos mais difíceis.

À minha irmã Carla, também pelos momentos que não pude estar presente e pela sua constante preocupação.

Ao Pedro, que partilhou comigo esta aventura, quer pela sua disponibilidade no trabalho de campo, quer pela sua muita paciência e grande apoio, e que nunca me deixou desanimar.

Um especial agradecimento aos meus pais que tornaram tudo isto possível, por terem sempre acreditado e incentivado nas horas mais difíceis, por estarem sempre presentes, e por me proporcionarem e abrirem os caminhos para alcançar os meus sonhos. A eles dedico esta dissertação.

resumo

As costas arenosas estão actualmente sujeitas a intensos processos erosivos, resultado tanto de actividades humanas como de processos naturais. Na costa portuguesa, este aspecto é bem evidente pelo recuo da linha de costa, pela diminuição da largura das praias, pela degradação dos sistemas dunares e principalmente, pela proliferação de obras fixas de protecção costeira ao longo da linha de costa.

Desde a última metade do século passado que a Vagueira tem sido submetida a um intenso processo erosivo, resultando num acentuado recuo da linha de costa. A principal causa apontada para este facto, é a retenção de sedimentos por parte do molhe Norte do porto de Aveiro, impedindo-os de serem transportados pela deriva litoral. Existem também outras causas que contribuem para o acelerar deste processo, tais como a diminuição da quantidade de sedimentos fornecida pela deriva litoral e a retenção de sedimentos por parte das obras transversais de defesa costeira.

Nos dias de hoje, a erosão costeira é um verdadeiro risco, e mesmo com a existência de obras fixas de protecção costeira, o avanço do mar é uma constante.

Na Vagueira, a pressão urbana sobre o ecossistema costeiro, alterando as suas morfologias e interferindo no seu dinamismo, tem sido um factor interveniente no processo da erosão neste sector costeiro.

Desde 1958, tem-se observado um recuo efectivo da linha de costa na Praia da Vagueira, e hoje em dia já se verifica a quase completa destruição do cordão dunar frontal e a construção de diques arenosos na tentativa de impedir a abertura de um novo canal de ligação entre o canal de Mira e o oceano e de proteger valores naturais irrecuperáveis.

A construção da cartografia para cada ano em estudo permitiu a quantificação dos valores médios e absolutos do recuo da linha de costa na Vagueira desde 1958 a 2002. A monitorização da praia da Vagueira entre Outubro de 2002 e Outubro de 2003 permitiu a caracterização da praia emersa e apontar o comportamento geral da área em estudo.

abstract

Sandy coasts are submitted to erosion processes, more or less intensive, caused both by human activities and natural factors. In the northwest coast of Portugal this is made evident by the shoreline retreat, narrowing of beaches and frontal dune degrading.

Vagueira has been submitted, since the middle of the last century, to an intensive erosion process with consequent coastal retreat. The main cause could have been the extensive northern jetty of the Aveiro inlet, leading to retention of the sediments transported by longshore drift. Along with this reason, others can have contributed to enhance the problem, such as the sediment decrease in the littoral drift and the consequences of the others coastal engineering works. Presently the erosion became a real geological hazard, despite the existence of seawalls and groins. In Vagueira, the urban expansion on the coastal system is quite evident, which in turn create substantive changes in shoreline morphology over time, increasing pressure to adopt shoreline protection measures. In fact, it can be seen that the antropic interventions have been an important factor to the development of the erosion. The construction of seawalls and groins to protect human interests frequently was made to answer to emergency situations. Usually, these works are just efficient to shelter local urban waterfronts, transferring erosion problems southward.

Since 1958, an effective retreat of the coastline was observed, reaching in some areas very worrying values, with the frontal dune being totally destroyed. The erosion and overwashes episodes are present along the beach sector southern of the Vagueira Beach and even though no urban waterfronts are located there, some serious problems can arise regarding natural intrinsic values.

The cartography presented allowed the analyse of the shoreline evolution and the frontal dune retreat in Vagueira sector from 1958 until 2002, in order to determine the absolute retreat values and the evolutionary trend of the beach in this area.

ÍNDICE

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1. INTRODUÇÃO	3
1.1. OBJECTIVOS	4
1.2. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS	4
1.2.1. <i>Construção de cartografia</i>	4
1.2.2. <i>Tratamento de dados</i>	8
1.3. VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DA PRAIA EMERSA	9
1.3.1. <i>Recolha de dados</i>	9
1.3.2. <i>Tratamento de dados</i>	12
1.4. TRABALHOS ANTERIORES	12
CAPITULO 2 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA EM ESTUDO	15
2.1. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO	17
2.2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO	17
2.2.1. <i>Planície Costeira</i>	18
2.2.2. <i>Praia</i>	19
2.2.3. <i>Cordão Dunar</i>	19
2.2.4. <i>Corpo Lagunar</i>	20
2.2.5. <i>Plataforma Continental</i>	24
2.3. ENQUADRAMENTO CLIMÁTICO	25
2.4. CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA	27
2.4.1. <i>Agitação Marítima</i>	27
2.4.2. <i>Marés</i>	28
2.4.3. <i>Temporais</i>	29
2.4.4. <i>Sobreelevação do nível do mar de origem meteorológica (Storm Surge)</i>	30
2.4.5. <i>Deriva Litoral</i>	31
CAPITULO 3 - ANÁLISE FOTOINTERPRETATIVA	33
3.1. INTRODUÇÃO	35
3.1.1. <i>Formação e Evolução do Cordão Dunar Litoral</i>	35
3.1.2. <i>Formação da Laguna de Aveiro</i>	39
3.1.3. <i>Principais factores condicionantes do recuo da Linha de Costa</i>	44
3.1.4. <i>Taxas médias de variação da linha de costa</i>	50
3.2. CARACTERIZAÇÃO DO CORDÃO DUNAR NA ÁREA EM ESTUDO	55
3.2.1. <i>1958</i>	55
3.2.2. <i>1970</i>	58
3.2.3. <i>1998</i>	59
3.2.4. <i>2002</i>	63
3.3. TAXAS MÉDIAS DE RECUO DO CORDÃO DUNAR NA PRAIA DA VAGUEIRA ENTRE 1958 E 2002	68
3.3.1. <i>1958 – 1970</i>	69
3.3.2. <i>1970 – 1998</i>	71
3.3.3. <i>1998 – 2002</i>	73
3.3.4. <i>1958 – 2002</i>	75
3.4. OCUPAÇÃO DO SOLO	78
3.4.1. <i>Aglomerado da Praia da Vagueira</i>	80
CAPITULO 4 - VARIAÇÃO MORFOLÓGICA ANUAL DA PRAIA EMERSA	87
4.1. INTRODUÇÃO	89
4.2. ANÁLISE MORFOLÓGICA DA PRAIA DE OUTUBRO DE 2002 A OUTUBRO DE 2003	92
4.3. VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DA PRAIA POR SECTORES	138
4.4. COMPARAÇÃO DE ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO	140

CAPÍTULO 5 - ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO DAS ZONAS COSTEIRAS EM PORTUGAL----- **153**

5.1. INSTRUMENTOS DE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS-----	155
5.1. RESUMO DO PLANO DE INTERVENÇÕES DO POOC OVAR – MARINHA GRANDE -----	166

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS----- **173**

6.1. CONCLUSÕES-----	175
6.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS-----	178

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS----- **183**

ANEXO I — ETAPAS DE FORMAÇÃO E INDIVIDUALIZAÇÃO DA LAGUNA DE AVEIRO, POSIÇÃO, SITUAÇÃO E OBRAS DE FIXAÇÃO DA BARRA

ANEXO II

MAPA 1 – VAGUEIRA 1958

MAPA 2 – VAGUEIRA 1970

MAPA 3 – VAGUEIRA 1998

MAPA 4 – VAGUEIRA 2002

MAPA 5 – LINHA DE COSTA EM 1958, 1979, 1998 E 2002

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A linha de costa representa a fronteira entre o ambiente marinho e terrestre, o lugar onde o mar encontra a terra. No entanto, esta descrição não revela a sua complexidade. A linha de costa não é uma linha que pode ser desenhada de forma permanente num mapa, dado tratar-se de um ambiente dinâmico onde o mar e a terra estão em constante interacção, resultando em fenómenos de acreção e erosão como resposta a factores externos, tanto naturais como antrópicos, actuando simultaneamente a diferentes escalas de tempo.

Desde sempre que o Homem tem respondido a estas mudanças na linha de costa, principalmente à erosão, construindo estruturas para a proteger, numa tentativa de assegurar que esta fronteira se mantenha fixa e permanente. Este tipo de actuação foi sempre realizado assumindo que a linha de costa é estática, que sempre manteve a sua posição e forma, e que não deve ser permitida a sua mudança. Nos últimos anos, esta aproximação tem sido questionada e ocorrem, agora, mudanças radicais sobre a forma como a linha de costa pode ser protegida e como gerir este espaço fronteiriço.

Este campo de investigação em Portugal tem vindo a conhecer um interesse crescente por parte da comunidade científica, decorrente do reconhecimento da importância da faixa litoral em termos de recursos naturais e da situação generalizada de erosão que todo o sector litoral português tem vindo a sofrer. A crescente concentração de população no litoral português, a abundância de recursos naturais nestas zonas e a falta de consciencialização da população face ao ambiente altamente frágil em que estão inseridos aliados a factores naturais impossíveis de controlar, promove cada vez mais a degradação destes ecossistemas, pondo em risco a sua sustentabilidade. A interferência do Homem na dinâmica destas zonas leva, muitas vezes, à perda irrecuperável de ambientes únicos no mundo.

A presente dissertação, elaborada no âmbito do Mestrado em Ciências das Zonas Costeiras, aborda a evolução da linha de costa na Praia da Vagueira desde 1958 até aos dias de hoje. Este estudo pretende dar uma perspectiva da evolução deste troço costeiro, e das suas alterações face a um processo erosivo intenso e as suas respostas face à construção de obras de protecção costeira. A variabilidade morfológica da praia também constituiu um aspecto deste estudo, uma vez que a monitorização contínua da linha de costa é uma mais valia na compreensão e um instrumento na gestão das zonas costeiras.

A construção de uma base de dados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) da costa portuguesa torna-se assim uma ferramenta indispensável no planeamento e gestão destas zonas, com a futura possibilidade de desenvolver uma base de gestão científica que integre todas as variáveis críticas que determinam os riscos costeiros no sentido de minimizar os impactos humanos no sistema costeiro natural.

1.1. OBJECTIVOS

O objectivo deste trabalho é a análise temporal da evolução da linha de costa correspondente ao sector da Praia da Vagueira e a quantificação do recuo da mesma desde a última metade do século passado. Com esta finalidade foi elaborado um conjunto cartográfico, correspondente aos anos de 1958, 1970, 1998 e 2002, com base nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Incluindo neste objectivo são, ainda, analisadas as transformações da linha de costa, principalmente do cordão dunar frontal, e a evolução da ocupação do solo da área em estudo neste período.

No sentido de complementar a análise evolutiva dos últimos 45 anos, foram estudadas as variações morfológicas da praia emersa durante um ano (Outubro de 2002 a Outubro de 2003), com o intuito de as relacionar com as obras fixas de protecção costeira e com as técnicas de reconstrução dunar que têm sido aplicadas na área em estudo.

1.2. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

1.2.1. Construção de cartografia

Para a elaboração da cartografia recorreu-se à fotografia aérea com base na fotogrametria, que pode ser definida como a ciência e tecnologia de obtenção de dados espaciais e de informação descritiva do terreno e do ambiente.

Este processo de construção da cartografia através da fotografia aérea passa por várias etapas, cuja primeira é o próprio voo, no qual se inclui o plano de voo, a fotografia aérea, a revelação e a validação das mesmas. Em termos técnicos esta última fase consiste

em verificar a calibração da câmara fotográfica através da distância focal, parâmetros de distorção das lentes, verticalidade da fotografia, entre outros.

A partir das fotografias aéreas, foi necessário efectuar um apoio de campo, com a finalidade de obter coordenadas de pontos na superfície do terreno, através da medição de pontos comuns na fotografia e no terreno, definidos como PF's. Nestes pontos comuns obtiveram-se as coordenadas exactas no Sistema de Coordenadas *Datum 73*, permitindo a georreferenciação das fotografias aéreas, uma vez que no campo são obtidos os dados referentes à latitude, longitude e altitude, através do "Global Position System" (GPS). Estes dados, obtidos em modo diferencial, envolveu dois receptores em funcionamento simultâneo, em que um deles foi colocado num ponto de coordenadas conhecidas (estação) e o outro no PF.

A etapa seguinte foi a restituição fotogramétrica realizada numa Estação Fotogramétrica (Workstation), utilizando fotografias aéreas em formato digital. A estação permite, com um sistema óptico apropriado, a visualização das fotografias em estereoscopia, após a elaboração de um modelo. Para obter o modelo estereoscópico foram necessárias duas fotografias aéreas consecutivas, com uma sobreposição superior a 90%, usando como aplicação o ISDM (ImageStation Digital Mensuration) da Intergraph Corporation. O modelo estereoscópico deve ser orientado de forma a reproduzir todas as características do terreno, sem apresentar deformações ou deslocamentos. A orientação deve ainda colocar o modelo na escala e nas coordenadas apropriadas.

A primeira fase de elaboração do modelo estereoscópico consistiu na orientação interna de cada fotografia aérea, a qual permite estabelecer a transformação de coordenadas entre o raster e os sistemas de coordenadas de imagens corrigidos. Para calcular esta relação têm que ser medidos em cada fotografia pelo menos três pontos de controlo. Uma vez completa a orientação interna, todas as medições de pontos da fotografia aérea na estação serão referenciadas no sistema de coordenadas de imagem e terão correcções no que diz respeito a erros sistemáticos (Rabben, 1960). Esta orientação, que antecede as orientações relativa e absoluta, tem como objectivo remover o efeito de paralaxe no eixo dos y (deslocamento aparente de uma referencia, provocado pelo deslocar do observador). A orientação relativa exige no mínimo seis pontos de paralaxe, a qual uma vez realizada a orientação relativa, produz um modelo estereoscópico tridimensional que será colocado, arbitrariamente, no espaço. No que diz respeito à orientação absoluta,

último passo na obtenção de um modelo estereoscópico georreferenciado, o objectivo é, partindo de um par de fotografias relativamente orientadas, colocá-las no sistema de coordenadas do terreno. Esta orientação estabelece a relação entre o sistema de coordenadas do modelo e o sistema de coordenadas do terreno, usando a transformação por semelhança. O resultado da orientação absoluta é a orientação externa dos elementos (posição e altitude da câmara fotográfica) para ambas as fotografias, dentro do sistema de coordenadas do terreno. Para este processo são necessários, no mínimo, dois pontos de controlo completos e um ponto de controlo vertical (Rabben, 1960). O passo seguinte foi a Aerotriangulação, ou seja, a densificação de pontos de controlo utilizados na correlação entre as fotografias aéreas e o Sistema de Coordenadas utilizado, partindo dos pontos de coordenadas conhecidos nas fotografias e no terreno

As fotografias aéreas utilizadas foram as correspondentes aos anos de 1958, 1970, 1998 e 2002. Relativamente a 1958, o voo foi efectuado pela United States Air Force (USAF), tendo sido fornecido pelo Instituto Geográfico do Exército (IGeoE). Este voo permitiu a obtenção de diapositivos de 228.6 mm por 228.6 mm, tal como todos os outros dos respectivos anos, com 4 marcas de orientação interna triangulares localizadas no perímetro da foto. Da câmara utilizada não existem, nem foram fornecidos quaisquer parâmetros de calibração, quer das lentes quer da distância entre as marcas de orientação, por isso foi necessário recalcular as marcas fiduciais para determinação dos parâmetros da câmara. Para a área em estudo só foi possível a elaboração de um modelo composto pelas fotografias nº 3145 e 3146. Devido à utilização de uma grande angular durante o voo e à falta dos parâmetros relativos à câmara utilizada, este modelo apresentou uma elevada distorção radial. Para minimizar o efeito da distorção foi realizado um ajuste radial de forma a minimizar os erros, baseado nos métodos da Transformação Afim de forma a obter um ajuste cartográfico do modelo. Para o ano de 1970, as fotografias aéreas foram obtidas pelo voo da Força Aérea Portuguesa e cedidos pelo IGeoE. Neste voo, foi necessário a elaboração de dois modelos. O primeiro é composto pelas fotografias nº 2277 e 2278 e o segundo pelas fotografias nº 2278 e 2279. Os voos de 1958 e 1970 foram realizados a uma altitude média de 5000 metros. O voo de 1998 foi realizado pela Esteorofoto, e também cedido pelo IGeoE. Foi realizado a uma altitude média de 4300 metros tendo sido realizados dois modelos com as fotografias nº 4501, 4497 e 4493. O voo de 2002 foi realizado pela Esteorofoto, a uma altitude média de 2800 metros, obtendo-se apenas um

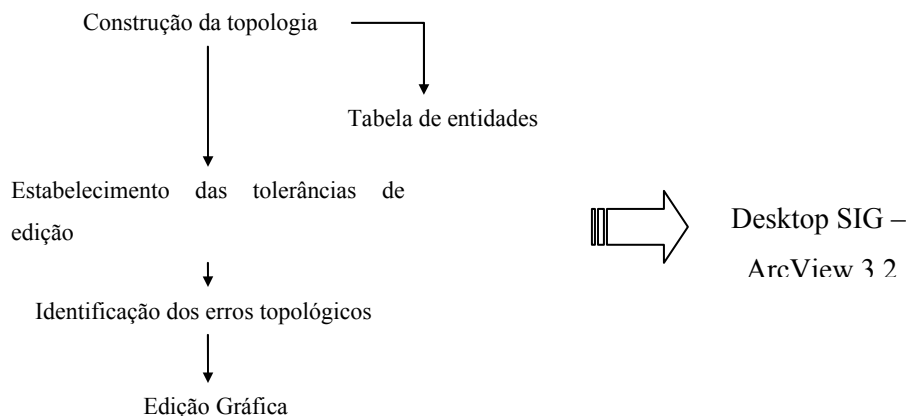
modelo constituído pelas fotografias nº 2594 e 2595. Após a orientação absoluta, é possível obter o erro médio quadrático, que corresponde à raiz quadrada da média do somatório, que permite obter a exactidão do modelo. O Máximo Resíduo corresponde à precisão do modelo. Na seguinte tabela é possível observar os erros médios quadráticos e o máximo resíduo de cada modelo.

Tabela 1 – Erros médios quadráticos (RMS) e máximo resíduo (Max Res) por modelo estereoscópico

Ano	Modelo (nº das Fotografias)	RMS (metros)			Max Res (metros)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1958	3145+3146	4.524	4.257	8.636	7.715	8.626	17.384
1970	2277+2278	0.335	0.134	0.315	0.497	0.198	0.419
	2278+2279	0.228	0.233	0.001	0.390	0.355	0.001
1998	4501+4497	0.341	0.262	0.755	0.791	0.441	1.325
	4497+4493	0.355	0.234	0.916	0.636	0.454	1.549
2002	2594+2595	0.142	0.297	0.556	0.229	0.435	0.898

Relativamente ao erro associado à cartografia elaborada, o rigor posicional é igual ao da cartografia de 1/10000.

Após a orientação dos modelos, foi então possível visualizar as fotografias aéreas em estereoscopia, e converter os modelos para formato vectorial, através do software IGDS (ImageStation Stereo Display) da Intergraph Corporation. Esta conversão é obtida por meio de vectorização dos elementos planimétricos, utilizando a marca estereoscópica da Estação de trabalho. Esta deve ser sempre mantida em contacto com a superfície do elemento a vectorizar, de forma a registar os valores X, Y e Z representativos da localização espacial, construindo-se então a topologia necessária à elaboração da cartografia. O levantamento da topologia foi feito a uma escala 3 vezes superior à escala do voo. As fases que se seguiram são as de edição gráfica, que se apresentam no seguinte esquema:



1.2.2. Tratamento de dados

Os sistemas de informação geográfica (SIG) consistem num sistema baseado em “hardware” e “software” que utiliza a tecnologia de base de dados relacionais e uma estrutura topológica dos dados, permitindo a integração de dados vectoriais e raster com informação alfanumérica para edição, interrogação, análise, combinação, criação e manutenção num ambiente adaptável às necessidades do utilizador, facilitando a partilha de informação.

Um SIG é constituído por diversos módulos ou subsistemas de “software” com funções de recolha, entrada e verificação, armazenamento e gestão, processamento e visualização e apresentação. Os módulos requerem, normalmente, dois tipos principais de dados: geográficos ou posicionais necessários para definir onde os elementos cartográficos ocorrem, e atributos, que registam o que os elementos cartográficos representam. Sobre estes dados efectua-se um conjunto de operações divididas em pré-processamento, com o objectivo de preparar os dados para uma determinada análise, e em processamento, com a finalidade de extrair informações de acordo com as necessidades do utilizador.

A utilização do desktop SIG ArcView 3.2 permitiu a análise integrada da cartografia apresentada neste trabalho entre os diversos anos estudados. Nesta comparação foi possível obter os valores absolutos, em metros, dos recuos do cordão dunar frontal através de uma grelha. Esta é constituída por segmentos de recta espaçados 25 metros entre si e com uma orientação de N14°E, dispostos perpendicularmente à linha de costa. Com os valores obtidos foi possível elaborar os gráficos de dispersão e de colunas numa folha de cálculo da Microsoft Excel. A linha de tendência escolhida foi sempre a polinomial de ordem 2.

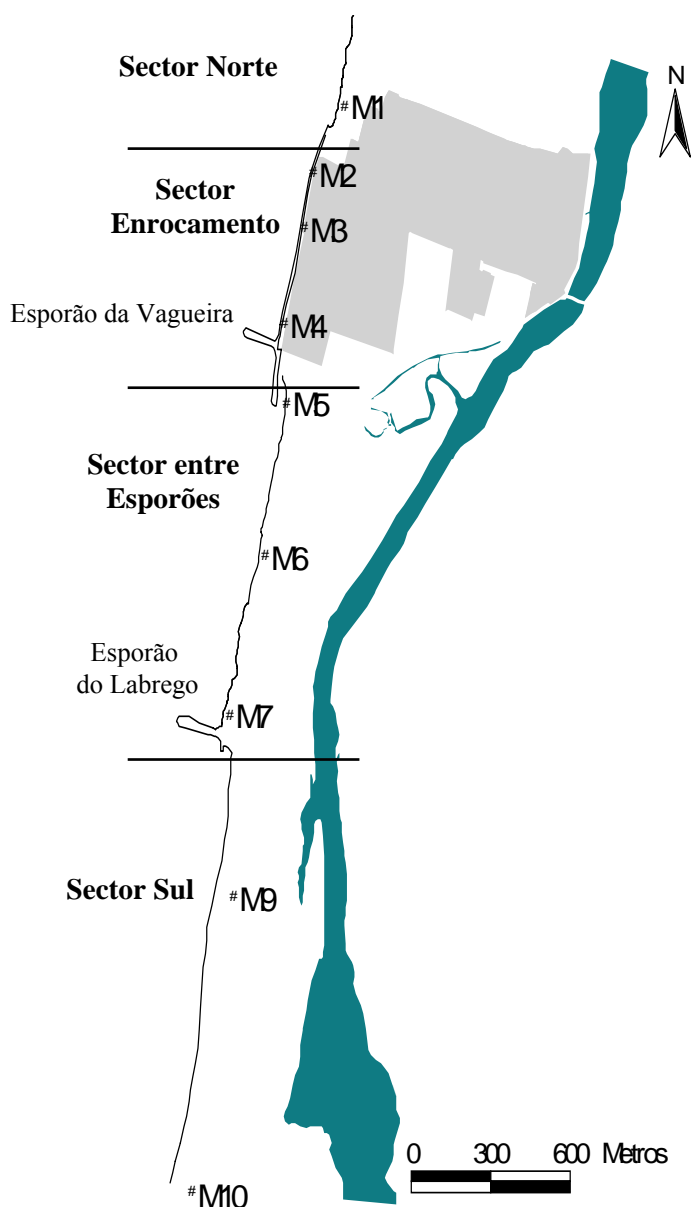
1.3. VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DA PRAIA EMERSA

1.3.1. Recolha de dados

Com a finalidade de estabelecer relações no que diz respeito ao comportamento morfológico da praia e ao recuo efectivo do cordão dunar litoral, foram efectuados perfis topográficos transversais da praia no sector em estudo, de Outubro de 2002 a Outubro de 2003, com uma periodicidade mensal. Foram escolhidos 10 locais para colocar as estações de monitorização, em que três das quais já tinham sido definidas por Boto (1997) e acompanhadas por Pereira (2000). As restantes foram escolhidas em função das obras de protecção costeira existentes, acesso às praias, actividades antrópicas e experiência de técnicas suaves de protecção costeira (tabela 2). É de referir que a escolha da localização das estações foi condicionada pelas condições de acessibilidade à praia e/ou duna. Devido a este factor, a distância entre estas não é constante (fig. 1).

Tabela 2 – Designação das estações de monitorização

Estação	Designação	Boto (1997)	Pereira (2000)
M1	Praia dos pescadores, concessionada à arte xávega – Vagueira Norte	P6	P4
M2	Enrocamento da praia da Vagueira (6º candeeiro)	-	-
M3	Enrocamento da praia da Vagueira (13º candeeiro)	-	-
M4	Enrocamento da praia da Vagueira (25ª candeeiro)	-	-
M5	Início do dique arenoso a jusante do esporão da Vagueira	-	-
M6	Duna artificial protegida com paliçadas entre a Vagueira e o Aquaparque	-	-
M7	Cordão dunar frontal a montante do esporão do Labrego	-	-
M8	Início do dique arenoso a jusante do esporão do Labrego	-	-
M9	Dique arenoso – Praia dos Pescadores	P4	P5
M10	Dique arenoso na Quinta Ferro	P3	P6



A estação M1 situa-se na parte Norte da Praia da Vagueira, numa área concessionada à Arte Xávega, imediatamente a Norte do enrocamento aderente da Praia da Vagueira. Esta estação foi colocada no cordão dunar litoral que se apresenta interrompido por vários corredores eólicos, muitas vezes aproveitados pelos pescadores para transportarem os seus barcos. Este cordão dunar está associado, na parte interna, a uma duna artificial, construída em 2000 com sedimentos provenientes das dragagens do canal de Mira. Esta estação corresponde às estações P6 de Boto (1997) e P4 de Pereira (2000).

As estações de monitorização M2, M3 e M4 encontram-se localizadas ao longo do enrocamento aderente da praia da Vagueira (tabela 2, fig. 1).

Figura 1 – Localização das estações de monitorização

A estação M5 localiza-se no dique arenoso da Praia da Vagueira, imediatamente a jusante do esporão da Vagueira (fig. 1). A estação M6 está localizada entre o esporão da Vagueira e do Labrego, numa zona onde, em 1997, foram aplicadas técnicas suaves de protecção costeira, que se traduziram na reconstrução do cordão dunar com recurso a paliçadas e plantação de vegetação autóctone infestante (fig. 1).

A estação M7 situa-se imediatamente a montante do esporão do Labrego (fig. 1), numa área ainda ocupada por dunas e vegetação naturais, mas bastante deteriorado, com

grande número de corredores eólicos que permitem a entrada do mar em períodos de marés vivas.

A estação M8 localiza-se a Sul do esporão do Labrego, no dique arenoso. Esta estação não está representada nem vão ser apresentados os dados relativos aos seus perfis, uma vez que, em Dezembro de 2002, com a reconstrução do dique arenoso, foi impossível aceder à cabeça do perfil, impossibilitando a sua realização a partir desta data.

A estação M9 está localizada, também, no dique arenoso, na chamada Praia dos Pescadores, correspondendo às estações P4 de Boto (1997) e P5 de Pereira (2000) (tabela 2, fig.1).

A estação de monitorização M10 encontra-se na Quinta Ferro sobre um dique arenoso, correspondendo às estações P3 de Boto (1997) e P3 de Pereira (2000) (tabela 2, fig.1).

Na maior parte das estações foram colocados pontos fixos de referência (estacas), à excepção das estações M2, M3 e M4 que se situam no enrocamento, assinalando-se aí os pontos de referência. Estes pontos serviram como cabeça de perfil. Posteriormente foi efectuado o posicionamento de cada um dos pontos através do sistema de GPS em modo Diferencial, obtendo-se a georreferenciação de cada estação de monitorização.

Em cada estação foram efectuados 11 perfis topográficos transversais à praia, com excepção das seguintes situações:

- M2, onde apenas se realizaram 9 perfis, uma vez que em Novembro de 2002 e Janeiro de 2003 a ondulação atingia a base do enrocamento, tornando-se impossível a recolha de dados. Em Julho de 2003 também não foi possível efectuar o perfil uma vez que a praia se encontrava excessivamente ocupada por banhistas;

- M3, onde também só se realizaram 9 perfis, pois em Janeiro e Abril de 2003 a ondulação também atingia a base do enrocamento;

- M7 e M9, em que não foi possível realizar o perfil do mês de Dezembro de 2002, devido ao início das obras de reconstrução do dique arenoso a jusante do esporão do Labrego, com sedimentos provenientes da linha de baixamar no local correspondente à estação M7;

No mês de Agosto não foi efectuado qualquer perfil nas estações de monitorização devido ao uso intensivo destas praias durante este mês.

Os perfis foram sempre realizados perpendicularmente à linha de costa, utilizando para o efeito uma estação total (Nikkon). Em cada campanha realizada foram observadas e descritas as principais morfologias da praia, bem como qualquer facto digno de relevância para o presente estudo. Foi também efectuado um registo fotográfico em cada campanha.

1.3.2. Tratamento de dados

Os dados referentes aos perfis topográficos foram tratados informaticamente numa folha de cálculo da Microsoft Excel. Após a realização dos gráficos correspondente a cada estação e a cada mês, foi possível analisar e comparar a evolução espacial e temporal da duna e da praia adjacente. Foi também efectuada uma análise comparativa de fotografias, as quais permitiram evidenciar vários aspectos morfológicos.

1.4. TRABALHOS ANTERIORES

Embora a linha de costa seja uma das zonas mais dinâmicas em termos geomorfológicos, o estudo desta é bastante recente quando comparado com outros campos de estudo. No entanto, e devido principalmente às alterações que esta tem vindo a sofrer nas últimas décadas, tem-se verificado um aumento gradual do interesse por parte da comunidade científica e consequentemente do seu estudo. Ao mesmo tempo, e conforme estes estudos avançam, observa-se que o estudo da linha de costa, muitas vezes, não pode ser feito apenas no âmbito de uma ciência individual: há uma necessidade cada vez maior que os estudos das zonas costeiras surjam numa perspectiva integrada de um múltiplo conjunto de ciências para um melhor conhecimento e entendimento destas áreas.

As fortes taxas de recuo e erosão generalizada que o sector a Sul da Barra de Aveiro tem registado nas últimas décadas têm despertado o interesse por esta barreira fixada pelo Homem, conforme é possível observar na tabela 3, onde se apresenta um resumo de alguns trabalhos realizados sobre o tema em questão na área em estudo e que serviram de apoio à presente dissertação.

Tabela 3 – Resumo de alguns trabalhos de referência na área em estudo

Data	Autor	Título
1990	Óscar Ferreira, J.A. Dias e R. Taborda	Importância relativa das acções antrópicas e naturais no recuo da linha de costa a Sul da Vagueira
1991	Óscar Ferreira e J.A. Dias	Evolução Recente de alguns troços do litoral entre Espinho e o Cabo Mondego
1991	Carlos Ângelo	Taxas de Variação do Litoral Oeste: Uma Avaliação Temporal e Espacial – A Zona Costeira e os Problemas Ambientais
1992	P. Bettencourt e C. Ângelo	Faixa costeira Centro-Oeste (Espinho – Nazaré): enquadramento geomorfológico e evolução recente
1993	Óscar Ferreira	Caracterização dos principais factores condicionantes do balanço sedimentar e da evolução da linha de costa entre Aveiro e o Cabo Mondego
1994	J. Dias <i>et al</i>	Estudo sintético de diagnóstico da geomorfologia e da dinâmica sedimentar dos troços costeiros entre Espinho e Nazaré
1996	Maria V. A. Martins	As obras exteriores do porto de Aveiro e as praias da Barra e da Costa Nova, Alguma história, problemas actuais, que futuro?
1997	Fernando Abecassis	Caracterização Geral Geomorfológica e Aluvionar da Costa Continental Portuguesa
1997	Alexandra Boto	Evolução da zona costeira entre a Costa Nova do Prado e o Areão
1997	A. Boto, C. Bernardes e J. Dias	Erosão litoral e recuo da linha de costa entre a Costa Nova e a Praia do Areão
1997	O. Ferreira e J. Dias	Avaliação da acção de temporais na costa Oeste portuguesa (sector Aveiro – Cabo Mondego)
1997	J. Vidinha, C. Andrade e S. Teixeira	Análise morfológica do Cordão Dunar entre Espinho e o Cabo Mondego
1999	J. Vidinha, C. Andrade e S. Teixeira	Análise textural das areias de praia e duna entre Espinho e Cabo Mondego (Portugal)
2000	Luís Ventura Pereira	Evolução de curto Prazo da linha de costa entre Costa Nova e Poço da Cruz
2001	Carlos Ângelo	Técnicas de protecção e conservação da zona costeira, uma estratégia de gestão operacional
2002	Pedro Caetano	Análise fotointerpretativa da evolução da linha de costa e morfologias dunares entre Furadouro e Praia de Mira
2002	Sónia Rey e Cristina Bernardes	Seasonal Changes in a beach system of a high energy coast: an example from Areão Beach (Aveiro, Portugal)
2002	P. Batista, L. Bastos, C. Bernardes e A. Dias	A GPS based system for monitoring sand movements – The Aveiro coastline case
2002	F. Veloso Gomes, F. Taveira-Pinto, J. Barbosa, L. Neves e Carlos Coelho	High risk situation in the NW portuguese coast: Douro river – Cape Mondego – The Changing Coast

CAPITULO 2

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA EM ESTUDO

2.1. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO

A área em estudo, Praia da Vagueira, encontra-se localizada na costa ocidental portuguesa, sendo limitada a Oeste pelo Oceano Atlântico e a Este pelo Canal de Mira (fig. 2).

A Praia da Vagueira faz parte da freguesia da Boa Hora, concelho de Vagos, distrito de Aveiro, e é abrangida pela carta militar n.º 195 (Gafanha da Boa Hora – Vagos).

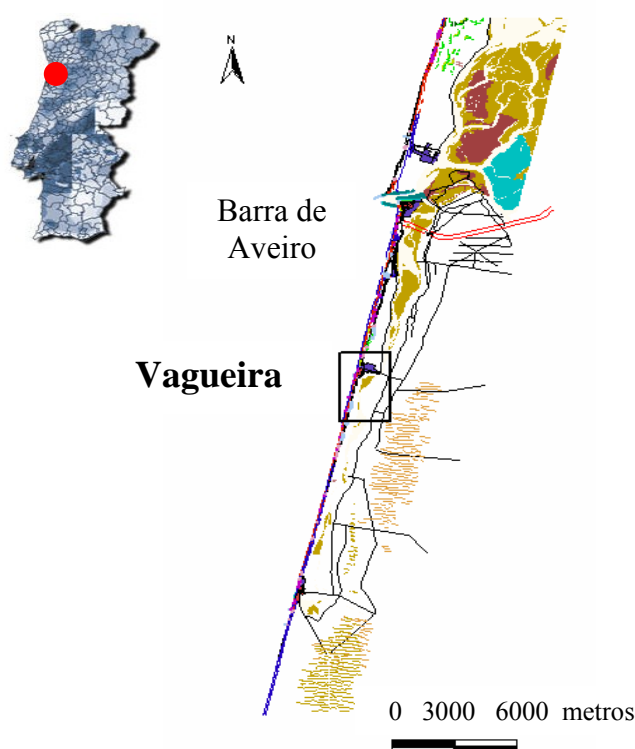


Figura 2 – Localização da área em estudo

2.2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO

A Praia da Vagueira, inserida na paisagem da zona costeira entre Espinho e a Serra da Boa Viagem, fica situada na Orla MesoCenozóica Ocidental. Esta corresponde a uma bacia de sedimentação instalada no bordo ocidental do Maciço Hespérico, a qual teve origem no Mesozóico durante a formação de uma fossa tectónica de direcção NNE-SSWE,

relacionado com as fases de abertura do oceano Atlântico. Esta bacia foi local de sedimentação intensa por materiais provenientes tanto do Maciço Hespérico, a Este, como de um bloco continental, situado a Oeste, do qual o único vestígio, é o arquipélago das Berlengas (Ferreira, 1993).

Este trecho litoral, dominado pela laguna de Aveiro, desenvolve-se ao longo de uma centena de quilómetros com traçado linear e orientação NNE-SSE. Para além da Serra da Boa Viagem e da laguna de Aveiro, toda a restante área pode ser considerada como pertencente a uma planície costeira de elevada uniformidade topográfica, que se estende desde Espinho até próximo da Nazaré (Ferreira, 1998). O domínio litoral é caracterizado, na maior parte, pela presença de formações arenosas, pertencentes ao Holocénico, sendo essencialmente constituído por extensas praias de areia, limitadas, para o interior, por estruturas dunares, cuja tipologia e morfologia variam de local para local.

Os sistemas dunares foram considerados como gerados durante a última glaciação. Os dados cronológicos disponíveis evidenciam que nesta área costeira se conservam indicadores de recuos (depósitos lagunares e sistemas dunares) e de avanços do mar, de que o actual acontecimento transgressivo não é mais do que a repetição dos que nela ocorreram, mais do que uma vez, num passado recente (Granja, 1998).

O campo dunar mostra evidências estratigráficas e morfológicas de acumulação de areias durante o Holocénico e onde se identificam vários tipos de dunas: parabólicas, transversas, domos e o cordão dunar litoral, este último constituindo o agrupamento eólico mais recente e móvel, que coroa a actual linha de praia, de Norte a Sul (Granja, 1998).

A nível tectónico, a Orla Ocidental caracteriza-se pela existência de famílias de falhas de várias direcções, frequentemente tardi-hercínicas reactivas, destacando-se as falhas de direcção NNW-SSE, sub-paralelas à falha do semi-graben de Aveiro (Ferreira, 1993).

2.2.1. Planície Costeira

A faixa continental adjacente ao litoral situada no subsector Aveiro – Cabo Mondego, corresponde a uma zona aplanada, de baixa altitude e grande uniformidade topográfica, típico das planícies costeiras. Os terrenos são de idade Terciária e Quaternária, constituídos por materiais detríticos predominando as areias e cascalheiras (Pereira, 2000).

Na planície costeira podem distinguir-se dois grandes grupos de formações com características geomorfológicas distintas:

- Uma superfície de aplanamento poligénica disposta paralelamente ao litoral, constituída por formações plio-pleistocénicas e pleistocénicas de depósitos marinhos, depósitos fluviais e areias eólicas;
- Formações holocénicas constituídas por depósitos dunares e aluviões fluvio-marinhos. As areias eólicas definem dois tipos de dunas bem diferenciadas; por um lado as dunas frontais do cordão litoral e, por outro, os campos de dunas mais antigos que se estendem para o interior, apresentando formas relativamente bem conservadas e consolidadas.

Na área em estudo surge também inserida na planície costeira a laguna de Aveiro, que domina a paisagem desde Ovar até Mira.

2.2.2. Praia

Entre a barra de Aveiro e o Cabo Mondego estende-se um troço de praia arenosa e exposta, com cerca de 50 km de comprimento. Ao longo da costa estão presentes várias obras de engenharia costeira, esporões e enrocamentos, que interrompem a continuidade da praia, conferindo um aspecto irregular mas, de uma forma geral, a linha de costa é rectilínea, com orientação geral entre N10E e N20E (Ferreira, 1998) e com um valor médio próximo de N14E (Teixeira, 1994).

A praia emersa é limitada, para oriente, pelo cordão dunar frontal, outrora bem desenvolvido. Na área em estudo, o contacto praia/duna é feito quase na sua totalidade, por um contínuo dique arenoso, reacondicionado regularmente, e nos locais onde ainda existe cordão natural, por escarpas de erosão ou por arribas talhadas na duna. É de salientar que, apesar da praia neste troço costeiro apresentar em média uma largura superior a 60 metros, verificando-se valores extremos entre 40 m e cerca de 180 m (Ferreira, 1998), nas alturas de preia-mar de marés vivas, o espraio das ondas atinge a base das dunas, o que reflecte a fragilidade destas praias relativamente à erosão.

2.2.3. Cordão Dunar

Na área em estudo, o cordão dunar desenvolve-se quase continuamente, correspondendo, em grande parte, ao limite da praia emersa, sendo possível afirmar que a

orientação genérica do cordão dunar seja semelhante à direcção média do troço em estudo – N14E (Ferreira, 1998). A vastidão dos campos dunares desta zona reflecte o abundante fornecimento sedimentar que ocorreu em tempos históricos (Ferreira, 1998).

Ainda não há muito tempo, o cordão dunar apresentava uma estrutura alongada e rectilínea, encontrando-se separado do campo de dunas internas por uma faixa deprimida, com cerca de 400-500 metros de largura, paralela à linha de costa e parcialmente desprovida de formas dunares. O cordão possuía uma largura que variava entre os 100 e os 350 metros, sendo interrompido por valas de escoamento ou por corredores eólicos inactivos. O cordão apresentava uma associação de morfologias complexa, sendo a maioria condicionada por vegetação rasteira (Noivo, 1998). Actualmente, o cordão dunar litoral está muito afectado pela erosão, generalizada a toda a área, encontrando-se zonas onde está completamente destruído. São frequentes os corredores eólicos, em locais de acesso à praia e de utilização por parte dos pescadores da arte xávega, permitindo, frequentemente, a ocorrência de galgamentos oceânicos.

Na Praia da Vagueira, o cordão dunar é quase inexistente, tendo sido substituído, na quase totalidade, por um dique arenoso com vista a proteger e a minimizar os efeitos da acção marítima em locais desprovidos daquela estrutura.

Para o interior do cordão dunar surgem zonas baixas e aplanadas ou depressões, que registam cotas pouco elevadas, muitas vezes abaixo do nível médio das águas do mar, formadas por aluviões e areias eólicas sem morfologia dunar típica, que contactam directamente com o Canal de Mira.

2.2.4. Corpo Lagunar

A laguna de Aveiro constitui o sistema lagunar de maior dimensão no território nacional, inserido nos concelhos de Ovar, Estarreja, Murtosa, Aveiro, Ílhavo e Vagos. É um acidente geo-hidrológico recente, em que o seu processo evolutivo corresponde ao de um estuário barreira, segundo a classificação de Pritchard (Dias, 2001). Este tipo de morfologia está normalmente associado a uma costa onde a deposição de sedimentos é bastante elevada, sendo o caudal dos rios, em geral, elevado e sazonalmente variável, transportando grandes quantidades de sedimentos em períodos de cheias.

Durante muito tempo, considerou-se a laguna de Aveiro uma ria. Esta designação está incorrecta pois uma ria corresponde a uma forma costeira de reentrância do traçado da costa, longa e estreita, que continua para montante por um canal fluvial, resultante da submersão pelo mar da zona terminal da rede hidrográfica de uma bacia fluvial (Moreira, 1984). No entanto, desde a sua individualização no século XVIII, que foi apelidada de ria e assim ficou. Ao longo deste trabalho, aplicar-se-à o termo Ria de Aveiro como um nome próprio e não no que diz respeito à sua morfologia.



Figura 3 – Localização e morfologia da Laguna de Aveiro

A laguna de Aveiro, situada entre Ovar e Mira tem 47 km de comprimento e uma largura máxima de 10 km, apresentando contornos bastante irregulares, com um grande número de canais e esteiros de pequena profundidade e algumas ilhas e ilhotas. Comunica com o mar através de um canal de maré com cerca de 400 metros de largura, aberto em 1808 e mantido artificialmente até à actualidade.

O desenvolvimento da laguna processou-se segundo duas direcções, uma paralela à linha de costa, segundo a direcção N-S, compreendendo os canais de Mira e Ovar e, outra, perpendicular à primeira, que se prolonga desde a entrada da barra do porto de Aveiro para o interior (fig. 3).

Na parte central da laguna, de desenvolvimento lateral mais amplo, individualizam-se diversas ilhas, separadas em dois grupos: as externas, de génese posterior ou associada à actividade da barra (Testada, Gaga, Ovos, Gaivota, Amoroso e Monte Farinha). As internas estão na sua maior parte associadas às salinas (Pedra, Parrachil, Tranqueira, Sama e Poço). Entre elas desenvolve-se um autêntico labirinto de canais, valas e esteiros.

Os limites interiores da laguna confundem-se com os depósitos aluvionares das linhas de água mais importantes (Vouga e Antuã), que, em muitos locais, estão

actualmente fixos por estruturas artificiais, motas ou comportas, com o objectivo de impedir a propagação da maré para montante (Teixeira, 1994). Na laguna, para além do rio Vouga, único que possui um caudal considerável de cerca de 25 m³, em média, sendo responsável por cerca de 2/3 da água que entra na laguna (Barrosa, 1985 *in* Martins, 1996), desaguam outros cursos de água de menor importância, tais como o Caster e o Gonde a Norte, o Antuã e o Jardim a Este e o Boco. A área molhada da laguna é de 47 km em preia-mar e 43 km em baixa-mar (Pereira, 2000).

Os quatro canais principais da laguna são o de Ovar, o da Murtosa, o de Vagos e o de Mira, sendo este último adjacente às praias da Vagueira, Costa Nova e Barra. Este canal é paralelo ao litoral e fica bastante próximo do mar, tendo uma largura máxima de 950 metros na sua extremidade Norte afunilando para Sul até ficar reduzido a um canal estreito. Situa-se entre a Barra de Aveiro e o Poço da Cruz, com um comprimento de 14 km. Quando a entrada da laguna estava situada na Vagueira, este canal prolongava-se por mais uns seis quilómetros até à Barrinha de Mira. Depois da obstrução desta barra no século XVIII, o canal estreitou entre a Vagueira e a Gafanha do Areão (Oliveira, 1988).

A profundidade média dos canais naturais da laguna situa-se entre os 0 e os 3 metros (tipicamente <1 metro), enquanto que a profundidade média dos canais dragados (na barra) é de aproximadamente 9 metros (Teixeira, 1994).

O regime hidrodinâmico do litoral adjacente confere intensa dinâmica sedimentar à embocadura, alterando constantemente as condições de admissão da maré na laguna (Teixeira, 1994). Através da embocadura da laguna processa-se uma constante troca de massas de água. Em cada maré de 1 a 3 metros, o volume de água que passa pelo canal da barra pode variar entre os 25 e os 90 milhões de m³, sendo os caudais correspondentes de 1700 e 6000 m³/s. A propagação da maré neste local atinge velocidades de cerca de 7,3 m³/s. Este fluxo mostra a importância da influência da água do mar quando comparada com a da água doce, cujo volume de água que chega à laguna varia, geralmente, entre 3 a 60 m³/s, podendo atingir durante o Inverno, em períodos de chuva intensa, os 820 m³/s (Barrosa, 1985 *in* Martins, 1996).

Dentro da laguna, a circulação não é homogénea. A propagação da maré no interior da laguna, conjugada com os fluxos de origem fluvial, origina padrões de movimentos de águas, caracterizados por oscilações de níveis e correntes. Verifica-se, de um modo geral, que a amplitude e corrente da onda de maré diminui para montante, que a maré se propaga

com um atraso variável de local para local, que a inversão das correntes de maré ocorre com atraso relativamente aos pontos extremos da curva da maré, e que a salinidade diminui da embocadura para os extremos (Teixeira, 1994).

A laguna tem vindo a sofrer um assoreamento progressivo cujas causas podem estar relacionadas não só com a deposição de areias provenientes das dunas, mas também com o transporte sedimentar fluvial e marítimo e, ainda, com o abandono da colheita do moliço (plantas aquáticas que existem no leito submerso da laguna), prática agrícola bastante comum na Ria de Aveiro. O moliço, ao acumular-se, estabiliza os sedimentos do fundo, dificultando a circulação da carga sólida transportada e favorecendo a sua deposição. A subida relativa do nível médio das águas do mar em conjunto com a entrada de um maior volume de água na laguna, devido às obras efectuadas no porto de Aveiro, faz com que esta se torne um receptor de sedimentos. Por outro lado, o fluxo de carga sólida transportado para o mar é dificultado pela complexa rede de canais, pela grande confinção da laguna, pelo reduzido hidrodinamismo que caracteriza os traçados terminais dos cursos de água que a ela afluem e que facilitam a deposição. Para piorar ainda o cenário, verifica-se que a desflorestação e determinadas práticas agrícolas nos terrenos marginais às bacias de drenagem, facilita a erosão dos solos e a introdução de compostos químicos, adubos e pesticidas, na laguna, provocando o seu assoreamento, eutrofização e poluição (Gomes, 1992).

A natureza dos sedimentos inseridos na laguna é essencialmente siliclástica, como resultado da composição dos solos que revestem as bacias de drenagem dos vários cursos de água que afluem à laguna (Teixeira, 1994).

Actualmente, ainda fazem parte da laguna algumas actividades mais tradicionais e características desta unidade paisagística, tais como as actividades piscatórias e de transformação do pescado, a piscicultura, as salinas com a sua extracção de sal, a apanha de bivalves e do moliço e actividades agrícolas. No entanto, actualmente, parte da laguna está ocupada por instalações portuárias e industriais, estradas, aterros e muito mais, responsáveis por alterações profundas na morfologia natural desta área. A Ria de Aveiro tem sido um pólo de crescimento e desenvolvimento, uma vez que existem imensos recursos tanto piscatórios, hídricos, agrícolas, pecuários, minerais, turísticos, como paisagísticos e outros de interesse económico e social, mas é importante não esquecer que é preciso saber usar estes recursos, uma vez que eles são vitais para o desenvolvimento

económico e social da Ria de Aveiro. A importância ambiental desta área é também valiosíssima, uma vez que possui uma enorme diversidade de ecossistemas – zonas dulcícolas, salobras, marinhas, dunares, etc. – integrando a Rede Ecológica Nacional e a Rede Natura 2000.

Todavia, todos estes recursos associados à Ria de Aveiro estão em risco, porque se trata de uma região extremamente fragilizada por efeito quer de processos naturais quer antrópicos, tais como a subida do nível médio das águas do mar, modificações climáticas, sedimentação no interior da laguna e consequente assoreamento, obras portuárias salientes, obras de protecção costeira como esporões e enrocamentos, extracção de sedimentos arenosos costeiros, destruição dos sistemas dunares protectores, má gestão dos espaços costeiros, etc. (Gomes, 1992).

2.2.5. Plataforma Continental

A plataforma continental adjacente à área em estudo apresenta uma morfologia monótona, com as batimétricas muito espaçadas, dispostas paralelamente à costa (Abrantes, 1994), apresentando uma largura média de 52 km, estando o bordo situado entre os 140 m e os 180 m de profundidade (Ferreira, 1993). A largura mínima da plataforma, regista-se precisamente junto ao canhão de Aveiro, com apenas 38 km de largura (Ferreira, 1993), alargando-se, depois, tanto para Norte como para Sul. O pendor da plataforma é também variável, uma vez que oscila entre valores inferiores a 0,2% e 2,2%, segundo Abrantes (1994). Ferreira (1993) aponta para um pendor médio que diminui gradualmente para Sul, de 0,5% para 0,3%. Registam-se pendores elevados junto à zona litoral muitas vezes superiores a 5%, que vão diminuindo à medida que a distância à costa aumenta. A uma profundidade média de 160 metros, define-se o bordo da plataforma com uma ruptura de pendor (Abrantes, 1994), onde se voltam a registar valores na ordem dos 5%. (Ferreira, 1993).

O canhão de Aveiro individualiza-se a mais de 30 km da linha de costa e a cerca de 130 m de profundidade, com forma em U largo e aberto, e de relevo pouco vigoroso (Abrantes, 1994), de origem tectono-sedimentar, constituindo um veículo de escoamento de sedimentos (Martins, 1996).

A quebrar a monotonia da plataforma surgem alguns acidentes morfológicos, denominados por “formas litorais preservadas”, que englobam terraços, cordões litorais, arribas e rupturas de pendor (Ferreira, 1993).

Os sedimentos que recobrem a plataforma continental são, em geral, constituídos por areias finas com médias correspondentes na ordem dos 0,5 mm aos 0,125 mm (Ferreira, 1993). A análise da distribuição das médias granulométricas permite separar três ambientes distintos na plataforma: a zona de entre marés, a zona de barra imersa e a zona para o largo da barra. Junto da zona de marés, os sedimentos são mais grosseiros, sendo a quantidade de finos, de modo geral, insignificante, tendendo a ser mais finos para o largo (Ferreira, 1993).

A principal fonte de sedimentos para a plataforma continental são os rios, embora na área em estudo, o principal curso de água, o rio Vouga, não possua elevada capacidade de transporte e, devido à morfologia litoral, grande parte dos sedimentos ficam retidos na laguna de Aveiro. A frequente dragagem dos canais da laguna, diminui ainda mais o fornecimento de sedimentos para a plataforma continental (Abrantes, 1994). Esta autora coloca a hipótese de que grande parte dos sedimentos presentes na plataforma continental ao largo de Aveiro provenha, principalmente, do rio Douro, através da corrente denominada deriva litoral. Contudo, é notória a diminuição do fornecimento sedimentar por parte dos rios neste último século, que nos coloca perante um dos principais problemas e mais graves também, que têm afectado a linha de costa portuguesa, provocando, tal como nas praias, um défice sedimentar na plataforma continental, que, no entanto, é compensado pelos sedimentos provenientes da erosão das praias e corpos dunares, facto comprovado pela presença de areias com características eólicas presentes na plataforma interna.

2.3. ENQUADRAMENTO CLIMÁTICO

O clima do litoral português varia bastante, tanto a uma escala temporal como espacial. Temporalmente, no verão, o território português está sob a influência de massas de ar associadas ao anticiclone dos Açores, originando tempo seco e estável, e no inverno sob a das massas de ar dos sistemas frontais das depressões das latitudes médias, que provocam tempo chuvoso e instável. Espacialmente são duas as tonalidades fundamentais

do clima português: a atlântica, que se faz sentir mais a Norte, sobretudo a NO, beneficiando dos ciclones atlânticos, e a mediterrânica, que caracteriza a parte Sul dominada pelo anticiclone subtropical.

O clima da costa ocidental portuguesa varia significativamente devido ao relevo, latitude e orientação dominante da linha de costa, sendo bastante afectado pela acção dos ventos marítimos e, normalmente, por uma elevada humidade. A temperatura e a humidade relativa do ar, embora com um papel não tão importante na morfologia das zonas costeiras, também exercem alguma influência, uma vez que limitam o transporte eólico e a distribuição de espécies vegetais fundamentais para a fixação dos sedimentos nas dunas. A amplitude térmica apresenta-se pouco acentuada, sendo o verão longo e seco, manifestando nevoeiros de advecção durante as manhãs, e o Inverno curto, com temperaturas não muito baixas. A precipitação é muito irregular junto ao litoral, variando entre 900mm/ano a 1100mm/ano, concentrando-se nos meses de Outono e Inverno, com cerca de 75% da precipitação anual (Ferreira, 1993).

O vento é um elemento climático essencial no processo de modelação das zonas costeiras, especialmente na área em estudo caracterizada por uma costa baixa e arenosa. É fundamental no transporte de areias de praia e duna, sendo o principal interveniente no processo de formação das dunas costeiras.

Nas zonas litorais, o regime de ventos é determinado pela sobreposição à circulação atmosférica de larga escala do efeito das brisas locais, com periodicidade diurna, geradas pelo aquecimento e arrefecimento da terra e do oceano (Roteiro da Costa de Portugal, 1990).

A costa noroeste de Portugal é, normalmente, varrida por ventos que apresentam um regime típico das regiões costeiras das latitudes médias situadas nas margens oceânicas orientais. A ocorrência de ventos com grandes intensidades nas regiões costeiras de Portugal está, frequentemente, associada a depressões frontais localizadas sobre o Norte da Península Ibérica, acompanhadas de sistemas frontais em Portugal (Roteiro da Costa de Portugal, 1990).

O regime de ventos na área em estudo é caracterizado por ventos dominantes dos rumos dos quadrantes N e NW. O regime é muito irregular entre anos, mas uma das características mais constantes é o predomínio dos ventos de N (nortada) nos meses de

verão. Note-se que os ventos de maior velocidade média pertencem ao quadrante SW, com velocidades superiores a 20 km/h, (tabela 4) (Ferreira, 1993).

A distribuição da intensidade do vento, ao longo do ano, possui uma variação sazonal marcada. Os meses que registam os menores valores de velocidade média do vento são Julho e Agosto (14,2 km/h) e Setembro (14,8 km/h), sendo os que registam os maiores valores Dezembro (19,7 km/h), Janeiro (19,5 km/h) e Fevereiro (20,2 km/h) (Roteiro da Costa de Portugal, 1990).

Tabela 4 – Distribuição dos ventos de acordo com o seu rumo (Adaptado de Ferreira, 1993)

<i>Rumo</i>	<i>Ocorrência</i>	<i>Velocidade média (Km/h)</i>
N	18,6%	21,5
NW	21,9%	20,7
W	8,2%	17,7
SW	9,9%	22,9
S	8,1%	21,9
SE	7,9%	13,6
E	4,7%	15,4
NE	5,3%	14,6
Calmas	15,5%	<0,5

2.4. CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA

2.4.1. Agitação Marítima

A alimentação das praias depende exclusivamente dos sedimentos transportados pela deriva litoral, condicionada pela agitação marítima. Sendo assim, o transporte de sedimentos para as praias está dependente de factores como a altura, período e direcção de propagação das ondas, tornando-se indispensável a caracterização destes parâmetros para uma correcta análise da morfodinâmica costeira.

A dinâmica marinha actual na costa portuguesa é condicionada pela circulação atmosférica a W, no Atlântico, sendo uma das mais energéticas do mundo. Durante a maior parte do ano, com a proximidade do Anticiclone dos Açores, existe ondulação de NW. A ondulação menos frequente, W e SW, está associada a focos depressionários e à passagem das respectivas superfícies frontais.

De acordo com a análise de registos, o rumo de WNW é predominante, com 44,7% das ocorrências no Verão, 28,9% nos períodos de transição e 22,6% no Inverno. A agitação de W atinge o máximo no Inverno com 21% das observações.

Relativamente aos parâmetros das ondas, segundo Carvalho & Barceló (1966), na costa ocidental portuguesa verifica-se que as alturas significativas mais frequentes são de 1 a 2 metros, com 45% das ocorrências, sendo o máximo registado de 11 metros, o que não significa que não ocorram máximos superiores em episódios de temporal. A frequência de valores superiores a 3 metros corresponde a 15%, e apenas 2% para alturas superiores a 6 metros e 6% para os períodos de calma. Os valores máximos mensais das alturas significativas mostram uma variabilidade acentuada, verificando-se valores de 11m em Dezembro e Janeiro, e de 4 m em Julho. Os valores mais frequentes de período significativo da onda variaram entre os 9s e os 11s, sendo o valor mínimo observado de 6s e o máximo de 18s. Este parâmetro mantém-se praticamente constante ao longo de todo o ano, manifestando-se uma ligeira tendência para diminuir nos meses de Junho, Julho e Agosto (Ferreira, 1993).

2.4.2. Marés

As marés exercem um importante controlo na ecologia e morfologia da praia, determinando a largura desta, sujeita a um período alternativo de seco e molhado e ao impacto das ondas, pois têm uma influência determinante no desenvolvimento do perfil da praia, contribuindo para o movimento de sedimentos ao longo desta. A regularidade das marés na costa ocidental portuguesa é semi-diurna, tendo cada ciclo uma periodicidade de 12h25m. A amplitude de maré máxima (em período de marés vivas) ronda os 3.6 m, e a mínima aproximadamente 1.0 m (Pereira, 2000). Segundo registos do marégrafo de Aveiro, as alturas de maré estão compreendidas entre os 0.4 m e os 3.6 m, em marés mortas e marés vivas, respectivamente, sendo o nível médio de maré de +2m ZH.

2.4.3. Temporais

A costa ocidental portuguesa está, frequentemente, sujeita à acção de temporais, que são os principais agentes de erosão costeira, gerando grande agitação marítima que atinge o litoral através da rebentação de ondas de longo período. A análise da incidência de temporais é muito importante no estudo dos processos costeiros e de dinâmica litoral, tanto na caracterização dos processos como das consequências associadas, uma vez que os resultados da acção dos temporais nas zonas costeiras consistem, muitas vezes, em elevados prejuízos. O potencial destrutivo dos temporais é maior em litorais expostos, com valores de “fetch”¹ elevados, visto os níveis energéticos da agitação marítima incidente serem muito grandes (Ferreira *et al.* 1997).

Embora sejam poucos os trabalhos que possibilitam a caracterização do regime de temporais na costa ocidental portuguesa, todos eles coincidem na individualização de um inverno e de um verão marítimo, o primeiro correspondente aos meses de Outubro a Março e o segundo aos restantes. Ferreira (1998) comparou os dados recolhidos por dois autores Pita & Santos (1989) e Andrade *et al* (1996). O primeiro regista para o inverno marítimo cerca de 94.8% das ocorrências de temporais, em que os eventos mais frequentes possuem uma altura máxima entre os 5 m e os 6 m, com uma percentagem de ocorrência de 57% a 91% respectivamente, e os registos com valores superiores a 10 m constituem entre 3% a 17% das ocorrências. Andrade *et al.* (1996) indicam uma frequência de temporais menor, 84% das ocorrências distribuídas por três classes de intensidade, sendo a classe 3 a mais intensa com uma altura máxima igual ou superior a 10 m e representando 12% das ocorrências.

Os autores atrás citados apresentam valores idênticos para o número médio de ocorrências por ano, 2.7 a 3 temporais, em que a duração média de cada temporal é de 4 dias, podendo atingir o registo contínuo máximo de 14 dias, para os registos de Pita & Santos (1989) e de 26 dias para os dados de Andrade *et al* (1996). Os temporais ocorridos no período de verão marítimo possuem baixa intensidade e curta duração (um a dois dias) (Ferreira, 1998).

¹ Fetch: tempo de actuação do vento numa direcção constante e distância desobstruída sobre a qual o vento sopra numa determinada direcção (Moreira, 1984)

Relativamente à acção erosiva que os temporais podem exercer sobre as praias, esta depende sobretudo do “stock” médio de areias da praia, ou seja, as praias que apresentem um menor volume sedimentar apresentam maior vulnerabilidade aos temporais, podendo, no decurso destes, perder o seu “stock” arenoso e, consequentemente, verificar-se erosão do cordão dunar e eventual danificação do património aí existente. Se, pelo contrário, as praias possuírem um maior volume sedimentar armazenado, os efeitos dos temporais não vão ser tão devastadores devido a uma maior robustez das barras submersas, contribuindo, assim, para uma maior dissipação da energia da onda e, consequentemente, para uma menor acção erosiva (Ferreira *et al.*, 1997).

2.4.4. Sobrelevação do nível do mar de origem meteorológica (Storm Surge)

A sobrelevação do nível do mar de origem meteorológica é uma oscilação temporária do nível das águas do mar, que pode ocorrer durante horas ou dias, como resultado de uma diminuição da pressão atmosférica ou da acção de ventos fortes e prolongados. Este parâmetro é calculado pela diferença entre o nível do mar observado e a altura da maré astronómica prevista. Quando esta diferença é positiva (resíduos de maré positivos) é denominada por sobrelevação; quando é negativa, aplica-se o termo subelevação (resíduos de maré negativos) (Gama *et al.*, 1997). Normalmente conhecida na literatura anglo-saxónica por “storm surge”, adoptou-se este termo para designar sobrelevações positivas extremas associadas a períodos de tempestade (Pugh, 1987; Carter, 1991, *in* Gama *et al.*, 1997).

Quando uma tempestade se desenvolve sobre o oceano, o seu centro de baixas pressões provoca uma pequena elevação da água do mar. À medida que a tempestade se aproxima da costa, esta elevação acompanha-a, e quando atinge as águas costeiras menos profundas, a parte da elevação sobre a qual o vento sopra em direcção à costa aumenta. Por este motivo, a storm surge nas águas costeiras é, frequentemente, acompanhada por ondas de temporal (Thurman & Trujillo, 1999, *in* Caetano, 2002).

O conhecimento e estudo deste fenómeno é fundamental na gestão do litoral, uma vez que é durante os períodos que ocorrem sobrelevações significativas associadas a temporais coincidentes com períodos de preia-mar de marés vivas que se verificam os principais episódios de erosão costeira, tais como galgamentos oceânicos, inundações,

destruição do cordão dunar, de estruturas portuárias e obras fixas de protecção costeira, de edificações localizadas junto ao mar, com o consequente recuo da linha de costa.

Gama *et al.* (1994) estudaram os factores condicionantes da ocorrência de “storm surge”, concluindo que a sobrelevação se correlaciona fortemente com as condições meteorológicas locais, nomeadamente com a pressão barométrica e com o vento, tendo pouca ou nenhuma dependência de factores como a maré e com a agitação marítima ao largo. Segundo os mesmos autores a sobrelevação atingiu um valor máximo de $> 0,4$ m na zona de Aveiro durante os temporais de Junho de 1986 e Maio de 1988. Também Taborda & Dias (1992) determinaram, que durante o temporal de Dezembro de 1981, em Aveiro, a sobrelevação do nível do mar foi de 1,2 m e que a cota máxima atingida pelo nível médio do mar se situou nos 3,6 m (ZH).

2.4.5. Deriva Litoral

O transporte de sedimentos ao longo da costa ocidental portuguesa é feito através de uma corrente denominada deriva litoral, resultante da acção das correntes induzidas pelas ondas, com uma direcção predominante de WNW, e do regime de ventos dominantes com direcção predominante Norte-Sul, o que provoca um transporte de sedimentos, normalmente, para Sul. A direcção da deriva litoral pode, no entanto, ser invertida, consequência da modificação do rumo da ondulação incidente, embora esta incidência seja limitada, visto que a sua frequência ronda apenas os 20% (Martins, 1996).

Seria fundamental para a área em estudo, e para muitas outras, a determinação do valor total do volume de sedimentos resultante deste transporte, afim de prever a quantidade de sedimentos disponíveis para a alimentação das praias e das dunas, uma vez que a deriva litoral é a principal responsável pelo fornecimento de sedimentos à costa ocidental portuguesa. No entanto, existem muito poucos dados, uma vez que são quase inexistentes as medições deste transporte, mas muitos autores preocupam-se com este facto devido à importância deste parâmetro.

Segundo Teixeira (1997), o valor da deriva litoral situa-se entre os 1.7 e 1.8×10^6 m³/ano, referindo que o volume necessário para a erradicação da erosão das praias terá que ser superior a este valor, da ordem dos 2.0 a 2.2×10^6 m³/ano. De acordo com Teixeira

(1993), o mesmo valor para a área em estudo deverá ser superior a $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, podendo, no entanto, não atingir os $2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

A corrente de deriva litoral, motor de transporte de sedimentos para a costa, faz-se sentir fundamentalmente junto a esta, sendo morfogeneticamente mais eficaz nos sectores rectilíneos da costa e é responsável pela acumulação de sedimentos a Norte das obras fixas de protecção costeira perpendiculares à linha de costa. Este efeito, conjugado com o facto de que, na actualidade, o abastecimento sedimentar ser bastante pequeno, reduz consideravelmente os valores da deriva litoral, piorando o cenário de erosão das praias e dunas, com o consequente recuo da linha de costa.

CAPITULO 3

ANÁLISE FOTOINTERPRETATIVA

3.1. INTRODUÇÃO

A fotointerpretação é, sem dúvida, uma mais valia no que diz respeito ao estudo e análise da evolução das zonas costeiras. Através das fotografias aéreas é possível observar vastas áreas, visualizá-las a três dimensões e, o mais importante no que diz respeito ao tema em estudo, preservar a informação representada e as suas relações num determinado momento. Ou seja, é possível comparar várias fotografias correspondentes a diferentes momentos no tempo. Nas zonas costeiras e, principalmente na área em estudo, que tem vindo a sofrer gravíssimas taxas de recuo, o recurso à fotointerpretação pode revelar-se um auxiliar precioso no sentido de estabelecer e quantificar os recuos e distinguir os impactos causados por determinadas estruturas e a sua velocidade evolutiva.

Esta temática implica uma abordagem a determinados conceitos teóricos sobre a formação e evolução do cordão dunar litoral e os factores que têm vindo a afectar as elevadas taxas de recuo da área em estudo.

3.1.1. Formação e Evolução do Cordão Dunar Litoral

As dunas costeiras são uma forma única entre as morfologias litorais resultantes da acumulação de materiais arenosos de origem marinha formadas pela acção do vento. Reconhece-se que a formação das dunas costeiras está dependente da existência de uma fonte de sedimentos, de um vento suficientemente forte para remover os sedimentos e de uma localização, em que pelo menos uma parte esteja afastada da actividade das ondas, para uma preferencial deposição de sedimentos. A vegetação, quando presente, irá favorecer a retenção e fixação de sedimentos em movimento (Nordstrom *et al.*, 1990).

Mas estas noções básicas não podem ser tomadas como garantidas. Pye (*in* Nordstrom *et al.*, 1990) afirma que existem dois requisitos básicos para a formação de dunas costeiras: a disponibilidade de reservas adequadas de praia e ventos costeiros capazes de mover sedimentos em pelo menos metade do ano. No entanto, nenhuma destas condições basta por si só para a formação das dunas.

As principais características das dunas costeiras passam primeiro pela presença de depósitos de praia, que constituem uma fonte de sedimentos, e, segundo, pelo papel do mar no transporte de sedimentos pela praia, e, terceiro, pelo papel essencial da vegetação em todas as fases de formação das dunas. A energia do vento encontra-se inerente a todo este

processo, quando este é suficientemente forte para transportar sedimentos não consolidados (Nordstrom *et al.*, 1990).

A formação da duna primária tem início com o movimento do vento sobre a superfície da praia quando este excede um valor crítico. O processo eólico entra em jogo, quando a direcção dominante do vento e a sua frequência se regista com uma determinada predominância. Quanto maior a velocidade do vento, maior diâmetro terá a fracção arenosa transportada, por isso mesmo é necessário uma velocidade mínima para que os sedimentos circulem, denominado por “trash hold”, limite ou limiar de arranque ($v_{3,6} = \text{Km/h}$), embora se ocorrerem ventos muito fortes e de intensa frequência, a tendência será para a destruição das dunas e não para a sua formação (Nordstrom *et al.*, 1990). É somente a partir de uma velocidade de 16 km/h que os grãos secos de areia fina entram em movimento por rolamento e saltação. A velocidade crítica para iniciar o movimento aumenta com o aumento da coesão entre os grãos de areia, o que se relaciona directamente com os teores em humidade (Belly *in* Ângelo, 2001).

O transporte de sedimentos é interrompido quando a velocidade do vento diminui ou quando estes encontram um obstáculo à sua movimentação, tal como um aumento da inclinação da superfície, de depósitos deixados pelos temporais ou de vegetação. A formação de pequenos domos ou dunas embrionárias resultantes deste processo vai incrementar, futuramente, a deposição de sedimentos, provocando o crescimento da duna em altura (Nordstrom *et al.*, 1990). De acordo com Davies (1980), as melhores condições para o desenvolvimento de dunas costeiras dão-se nos chamados ambientes de tempestade. Fortes ventos costeiros, elevada energia das ondas e ocorrência de tempestades, combinam-se para criar as condições favoráveis para a existência e disponibilidade de sedimentos para a actuação dos processos eólicos na formação das dunas.

A transferência de sedimentos da praia para as dunas é feita predominantemente pelo vento, mas a mobilidade dos mesmos é controlada por outros factores como a largura da praia, a alternância de área seca e molhada e a granulometria dos sedimentos. As praias com grandes amplitudes de maré e com baixos declives dão origem a grandes sistemas dunares, uma vez que estas apresentam uma área seca maior nos seus níveis superiores do que as praias estreitas e com maior declive.

O mar é também um factor condicionante da formação das dunas uma vez que controla o balanço sedimentar, promove os processos eólicos nas praias, mantendo a

superfície “nua”, afectando a área interior adjacente através do “seaspray” nos sistemas dunares costeiros, estimulado pela acção das ondas e ventos costeiros em que o sal pode afectar a vegetação e consequente morfologia das dunas. A influência do mar pode ser ainda indirecta, devido ao efeito combinado das marés, da acção das ondas e das condições salinas do ambiente de praia. A combinação de “stress” químico e mecânico, reforçado por um microclima severo, pode provocar a falta de vegetação. Este resultado, uma superfície “nua”, promove os processos eólicos.

Consequentemente, outros factores marítimos podem ser cruciais no sistema praia/duna, e que dizem respeito ao nível das marés, à incidência do vento nas ondas, e à ocorrência e intensidade das tempestades. A humidade relativa do ar e a quantidade de água existente nos sedimentos, que aumenta a sua coesão, entram também neste processo, porque quando se encontram presentes, dificultam, impossibilitando por vezes, o transporte de sedimentos.

Os ecossistemas dunares portugueses são cada vez mais afectados por fenómenos (naturais e/ou antrópicos) que contribuem para a aceleração dos processos erosivos costeiros. Nos últimos anos, tem-se vindo a verificar que as zonas costeiras menos afectadas são exactamente aquelas que se encontram protegidas pelos ecossistemas dunares, visto as dunas serem a primeira linha de defesa da costa. A vegetação dunar desempenha uma importante função na fixação de areias, impedindo a sua movimentação e o avanço do mar para o interior. Um dos principais factores condicionantes da formação e fixação das dunas costeiras é a presença de vegetação. A eficácia da vegetação na fixação dunar reside, fundamentalmente, nas suas capacidades de adaptação fisiológicas e morfológicas, tais como a tolerância ao sal e a capacidade para responder à mobilidade das areias. As condições especiais que afectam o litoral, tais como a salinidade e ventos fortes, proporcionam uma série de ecossistemas caracterizados pelo seu elevado valor ecológico (Martins, 1998).

O desenvolvimento de certas comunidades vegetais é determinado, também, por uma série de factores de complexa interacção como o clima, o micro-clima (exposição, relevo, distância da linha de costa), desenvolvimento do solo e actividades humanas. Por isto mesmo, a vegetação joga um papel vital desde o início da formação da duna, desenrolando-se também em todas as fases que se seguem no processo de formação e desenvolvimento do cordão dunar litoral. A vegetação actua principalmente como uma

ligeira barreira à movimentação do vento, promovendo a deposição dos mesmos e encorajando a duna a crescer na vertical. O crescimento vertical da duna na alta praia parece também relacionado com a tolerância das espécies pioneiras como a *Agropyron*, *Elymus* e *Ammophila*. A gramínea *Ammophila arenaria*, popularmente conhecida por Estorno, é a planta dominante da duna primária, sendo a principal fixadora de areia e formadora de dunas devido ao facto de o seu crescimento vertical ser estimulado pela deposição de areias, mantendo-se, portanto, uma relação causa-efeito. (Reis, 1998).

As dunas costeiras são geralmente admiradas como uma forma de protecção costeira e como um elemento do ecossistema costeiro que é frágil e dinâmico, constantemente a ajustar-se a variações do regime de ventos e de fornecimento de sedimentos. No entanto, jogam um papel vital na estabilidade das costas baixas e arenosas, tanto da praia que culminam, como dos terrenos interiores adjacentes, uma vez que funcionam como uma barreira que protege do ataque do mar e como uma reservatório de sedimentos que pode ser dispensado à praia quando esta necessita. Sob a acção da agitação e das marés, as praias estão submetidas a movimentos sedimentares transversais sazonais, em que o seu perfil oscila em torno de posições médias de equilíbrio dinâmico. Durante as tempestades mais violentas ou persistentes e/ou quando as praias estão emagrecidas, as dunas sofrem um processo erosivo através do ataque das ondas, sendo apenas uma resposta do sistema a um aumento de energia, uma vez que a agitação “retira” areia quer das bermas (emersas) da praia quer da duna. Durante os meses de verão e/ou em períodos mais calmos, quando essa energia é mais baixa, grande parte dos sedimentos são repostos pelo vento nos sistemas dunares, pois a agitação pode lentamente repor as bermas se existir areia suficiente nas faixas emersas da praia, porque a capacidade de transporte do espraçamento (em direcção à praia) passa a ser superior à do refluxo (em direcção ao mar). Por sua vez, as areias superficiais, conduzidas pelo vento, podem restaurar lentamente as dunas (Gomes, 1991).

Para um sistema praia/duna em equilíbrio, o fornecimento de sedimentos por parte do mar para a praia necessita de exceder o que foi perdido pela duna. No entanto, quando qualquer factor condicionante da formação das dunas costeiras e que as mantém entra em desequilíbrio, as tendências erosivas podem revelar-se críticas. Se o volume de sedimentos retirado à duna durante um determinado período de tempo for consecutivamente superior ao fornecido pelo vento, as dunas podem entrar em fase de recuo.

Formas de preservar dunas costeiras e as suas dimensões têm levado, ultimamente, a questões sobre a origem destas e o seu papel no sistema no qual estão inseridas.

3.1.2. Formação da Laguna de Aveiro

Devido à natureza morfodinâmica e sedimentar, a linha de costa portuguesa, e principalmente na área em estudo, tem sofrido grandes variações ao longo dos tempos. É indispensável, ao analisar a evolução do cordão dunar e da praia emersa desta área, relacioná-la com o desenvolvimento histórico da laguna de Aveiro.

A formação da laguna de Aveiro é muito recente e apresenta uma evolução muito dinâmica, como é característico dos sistemas litorais. Esta sofre um processo de transformação que dura há cerca de 800 anos, relacionado, em parte, com a evolução do cordão litoral, formado através da acumulação de areias de duna, que dificultou, ao longo dos tempos, a saída das águas do rio Vouga para o mar. Este processo evolutivo foi interrompido no século XVIII, após a individualização da laguna, através da acção humana e desde aí, o seu equilíbrio dinâmico tem-se mantido artificialmente, como resultado de constantes intervenções de engenharia na embocadura que permitem a manutenção da ligação da laguna ao mar. A diminuição da influência marinha e o progressivo assoreamento da laguna foram processos que se acentuaram ao longo da sua evolução, tendo um efeito muito importante na alteração das características ecológicas e sócio-económicas da laguna.

Como já foi referido, a formação desta laguna é, geologicamente, bastante recente. A formação da flecha arenosa inicia-se apenas no século X. Anteriormente a esta data, o Oceano Atlântico banhava toda a área ocupada pela laguna nos dias de hoje, estando a linha de costa junto às localidades de Esmoriz, Ovar, Estarreja, Aveiro, Ílhavo, Vagos e Mira, formando uma baía litoral (fig.4) (Amaral, 1968 *in* Boto, 1997).

A formação da laguna deve-se a um elevado fornecimento de sedimentos continentais, determinando assim, uma tendência essencialmente regressiva do litoral português, uma vez que o processo lento de submersão do litoral português permitiu, e ainda permite, o assoreamento de certos rios e de certas reentrâncias, observando-se este fenómeno principalmente nas costas baixas, sobretudo entre o Rio Douro e o Cabo Mondego (Martins, 1947).

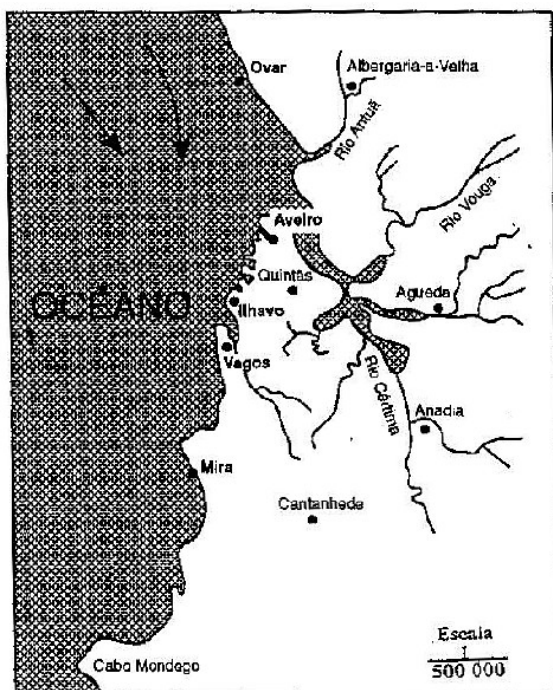


Figura 4 – Reconstituição da costa entre Espinho e o Cabo Mondego. As setas indicam a provável incidência da corrente e dos ventos marítimos predominantes, que teriam auxiliado a deposição e orientação dos cabedelos que hoje separam a Ria de Aveiro do Oceano (Adaptado de Boto, 1997)

A individualização da laguna foi devida à presença e evolução de dois grandes cabedelos: um a Norte, formando uma flecha arenosa, que se estendia desde o Carregal (Ovar) até às proximidades de Mira, que progrediu rapidamente para Sul e onde viriam a fixar-se as povoações de Espinho, Ovar e Murtosa; e outra a Sul, apoiada no Cabo Mondego, onde hoje se encontram as Gafanhas e as terras vizinhas de Vagos e Mira, como é possível observar na figura 5.

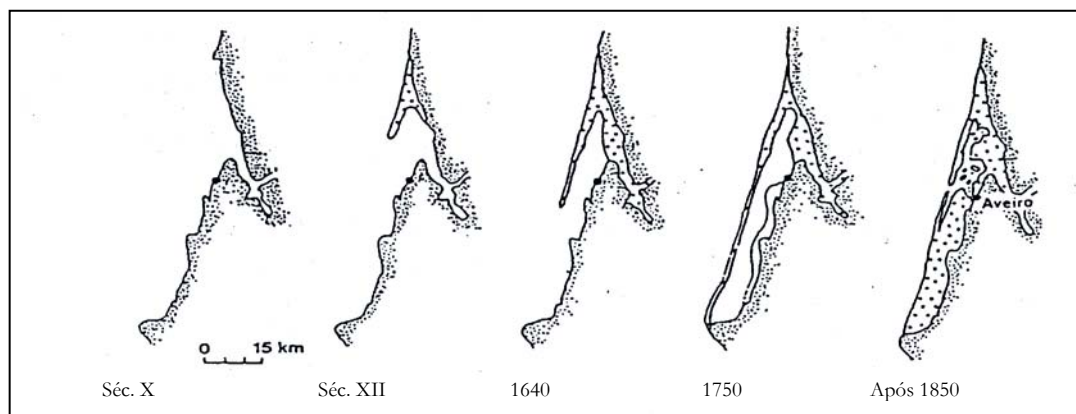


Figura 5 – Estádios da formação e evolução da laguna de Aveiro desde o séc. X (adaptado de Gomes, 1992)

Entre o século XV e o século XIX ocorreu o período denominado Pequena Idade do Gelo, na qual se verificou uma maior deposição de sedimentos com consequente aumento da tendência de acreção na costa, devido às alterações climáticas que se fizeram sentir (Dias, 1987 *in* Boto, 1997).

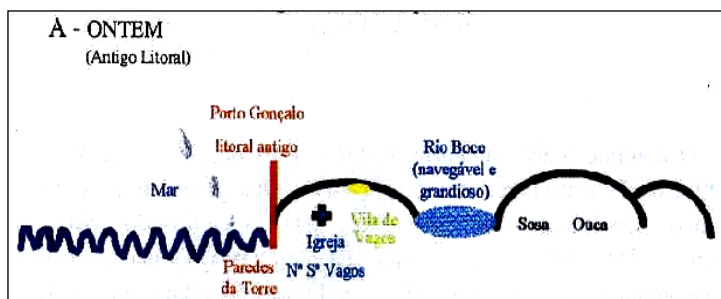
A Pequena Idade do Gelo corresponde a uma época em que ocorreu uma deterioração climática, verificando-se a fase de transição do Pequeno Ótimo Climático para este episódio entre o século XIV e o século XVI; a Pequena Idade do Gelo ficou definitivamente estabelecida por volta do ano 1550 e terminou, segundo alguns autores, no final do século XIX.

«Grande parte das modificações tendentes a regularizar o litoral e equilibrá-lo com as condições (climáticas, oceanográficas e sedimentológicas) actuais, parece ter ocorrido no último milhar de anos, provavelmente na sequência de períodos mais frios e de possíveis pequenos abaixamentos do nível do mar, como o verificado na Idade Média. Com efeito, vários indícios apontam para a possibilidade do nível do mar ter estado ligeiramente abaixo do actual, há cerca de 2 000 anos (Baixo Nível Romano), na Idade Média (Baixo Nível Medieval) e ainda mais recentemente (Pequena Idade do Gelo)» (Dias, 1987 *in* Boto, 1997).

Estes períodos, segundo alguns autores, terão sido os mais fustigadores, tendo ocorrido na Península grandes cheias, frequente congelação dos rios, períodos de chuvas contínuas, embora no século XVIII estes fenómenos sejam mais escassos ou quase inexistentes (Dias, 1987 *in* Boto, 1997).

As modificações climáticas repercutiram-se no litoral, já que terá ocorrido um aumento substancial do transporte sedimentar, por via fluvial, sendo a transferência dos materiais para o litoral e para a plataforma favorecida pelas grandes cheias e pelo presumível abaixamento relativo do nível do mar. Talvez seja por isto que se terá formado tão rapidamente a restinga arenosa que individualizou a laguna de Aveiro e que terão ocorrido as modificações do litoral entre Espinho e o Cabo Mondego.

Da união dos depósitos acumulados surge a definição da configuração actual do litoral e a individualização da laguna de Aveiro, a qual terá ocorrido no século XVIII. Na figura 6 é possível observar o local onde posteriormente se fixou a Vagueira.



O mar chegaria perto de Paredes de Torre, cerca de 5 km para o interior, relativamente à posição actual. O canal de Mira não existia, sendo ocupado pelo oceano. O rio Vouga desaguava directamente no mar. A vila de Vagos estaria muito perto da costa antiga.



Com os depósitos, o mar recuou cerca de 5 km relativamente à posição da costa velha, formando-se o cordão dunar que separou as águas provenientes dos rios do mar, promovendo a formação da laguna.

Figura 6 – A -Provável situação no concelho de Vagos antes da junção dos dois depósitos; B – Litoral actual após a junção dos dois depósitos e a individualização da laguna de Aveiro (adaptado de Reigota, 2000).

Ao longo de todo o processo de evolução do sistema lagunar, a barra foi ocupando diversas posições. Na figura 7, é possível observar as várias posições que a barra ocupou ao longo do tempo até à sua fixação definitiva.

Na tabela intitulada Etapas de formação e individualização da Laguna de Aveiro, posição, situação e obras de fixação da barra no Anexo I apresenta-se, de forma resumida, os acontecimentos mais importantes ligados à formação da laguna e das diversas posições da barra e o seu estado, tais como as diversas obras e projectos que foram implementados até à sua posição e fixação definitivas.

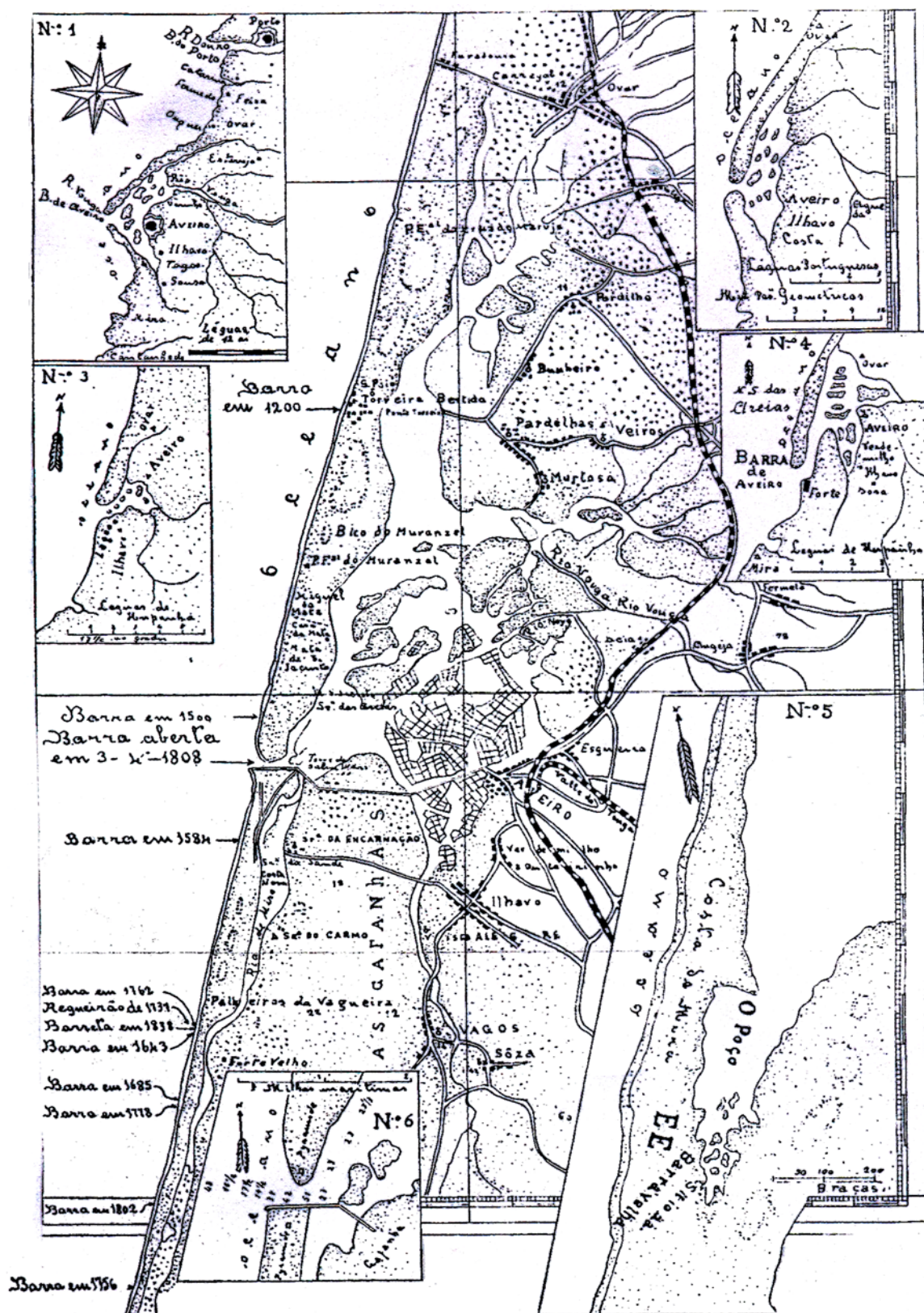


Figura 7 – A posição da barra ao longo dos séculos

3.1.3. Principais factores condicionantes do recuo da Linha de Costa

Ao longo da costa ocidental portuguesa é visível o acentuado recuo da linha de costa, consequência dos processos de erosão intensa que se têm feito sentir na última metade do século passado. No entanto, o fenómeno da erosão costeira, que tem merecido tanta atenção nos últimos tempos, não é exclusivo das zonas costeiras portuguesas, nem a este período de tempo mencionado, uma vez que tem-se verificado por todo o mundo. Carvalho & Granja (1992) (*in* Caetano, 2002) refere que cerca de 70% das praias a nível mundial encontram-se, nas últimas décadas, em nítida erosão.

É importante não esquecer aqui, que o fenómeno erosivo das zonas costeiras assumiu uma grandiosa dimensão nas últimas décadas do século passado, uma vez que começou a colocar em risco uma série de infraestruturas que ocupam o espaço “legítimo” do mar e das zonas associadas a este: frentes urbanas, portos, estradas, áreas agrícolas, etc. Apenas quando a erosão costeira começou a ameaçar todo este património construído é que finalmente se olhou para a zona costeira como um ecossistema dinâmico, a cumprir ainda o seu ciclo evolutivo, que se manifesta, por vezes, do desagrado do Homem, que o assumiu como estático e que o tem vindo a transformar ao longo dos tempos.

A pressão constante que se tem vindo a manifestar nas zonas costeiras através das concentrações populacionais, resultante do crescimento exponencial da pressão demográfica sobre a faixa costeira, da sazonalidade do turismo acompanhada pela explosão desordenada das actividades turísticas, da poluição, das actividades económicas dependentes dos recursos marinhos, a destruição dos habitats naturais, entre outros, leva, indubitavelmente, ao aceleração de processos naturais resultantes da dinâmica costeira, alterando o próprio ciclo evolutivo das zonas costeiras que está longe de ter terminado. Assim, o processo erosivo é provocado pelo rompimento deste equilíbrio dinâmico que se estabelece entre o mar e a costa.

Quase todos os autores apontam vários factores principais como causa do processo erosivo, dos quais se destacam as alterações climáticas e consequente elevação do nível do mar, a degradação antrópica das estruturas naturais e a diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral. É quase impossível ordenar estes factores por ordem de grandeza no que diz respeito ao seu peso na contribuição para o aceleração dos processos erosivos, embora seja possível afirmar que a diminuição da quantidade de

sedimentos fornecidos ao litoral seja o que mais contribui para este fenómeno, uma vez que os oceanos não têm capacidade de repor o que não tem, tendo, por isso, que o ir buscar, ou seja, ao litoral.

Diminuição do fornecimento de sedimentos ao litoral

A diminuição de sedimentos fornecidos ao litoral deve-se essencialmente às actividades humanas, nomeadamente as intervenções decorrentes tanto nos cursos de água, ou seja, barragens, artificialização das margens, canalização dos cursos de água, dragagens, exploração de inertes, etc., como no litoral em si, como os molhes e os quebra-mares portuários, e mesmo, as obras fixas de protecção costeira, cujas consequências ao nível da alimentação do litoral são evidentes, quer pela modificação do regime dos rios, quer pela interrupção do trânsito de sedimentos.

As intervenções nos cursos de água têm tido um impacto bastante elevado na diminuição do fornecimento de sedimentos ao litoral. Vários autores avaliaram a capacidade fornecedora do rio Douro, principal fornecedor de sedimentos para a área em estudo. Segundo o Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável (C.N.A.D.S.) (2001), o rio Douro, que em regime natural debitaria cerca de $1,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ de carga sólida transportada junto ao fundo, viu esse valor reduzido para cerca de $0,25 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, após a conclusão de todas as obras. Gomes (1991) refere, que, em termos médios, as capacidades das fontes aluvionares disponíveis do mesmo sistema fluvial sofreram uma forte redução, como é possível observar na seguinte tabela:

Tabela 5 – Capacidade das fontes aluvionares (m^3/ano) Adaptado de Gomes (1991)

Capacidade das fontes aluvionares (m^3/ano)	Situação natural	Após Leixões (1893, 1940 e 1969)	Actual
Foz do Douro – Aveiro	1 400 000	1 200 000	200 000

Segundo Gomes (1991), embora a quantificação destes valores médios possa estar rodeada de alguma incerteza, pelo elevado número e complexidade de parâmetros em jogo, indica uma ordem de grandeza das intensas alterações ocorridas nas últimas décadas, não esquecendo que estes são apenas valores médios, pois a capacidade da fonte aluvionar do

rio Douro pode sofrer oscilações naturais, entre valores muito reduzidos a valores de algumas centenas de milhares de m³/ano em situações de cheias excepcionais. O autor refere também que a informação disponível sobre os montantes da extracção de inertes e do volume de sedimentos disponíveis para a deriva litoral merece reservas sob o ponto de vista científico.

A exploração de inertes nos rios, nos estuários e no litoral, constitui um problema também grave no que diz respeito ao fornecimento de sedimentos ao litoral. No que se refere às extracções de inertes efectuadas nas zonas fluviais, estuarinas e costeiras os números conhecidos são relevantes e alarmantes. A exploração de areias na praia de S. Jacinto teve início nos anos 70, induzindo desde logo uma intensa erosão nas praias a Sul da barra de Aveiro. Segundo a C.N.A.D.S. (2001), extraíram-se, só em 1980, 4×10^5 m³/ano de areias, mantendo-se, entre 1988 e 1997, a uma taxa de 490 000 m³/ano (Boto, 1997) existindo razões para considerar que o somatório das extracções legais e ilegais tem atingido volumes superiores a 1×10^6 m³/ano nos últimos anos (C.N.A.D.S., 2001). Ainda segundo este Conselho, na parte externa do porto de Leixões o volume de sedimentos dragados atingia já, há mais de duas décadas, cerca de $1,5 \times 10^5$ m³/ano. A extracção de areias e cascalhos só no troço inferior do rio Douro, incluindo o estuário, atingia, no início desta década, valores da ordem de $1,5 \times 10^6$ m³/ano.

Outro dos factores que induzem à diminuição de fornecimentos para o litoral são as dragagens. As dragagens portuárias são necessárias para o funcionamento dos portos, embora actualmente, cada vez mais, os objectivos complementares, como a resolução de problemas financeiros e o abastecimento da indústria de inertes, sejam efectivamente determinantes. Se por um lado, as dragagens resultam numa desobstrução dos canais de navegação, por outro constituem-se como um factor responsável pelo aumento da erosão costeira, uma vez que os sedimentos transportados pela deriva litoral ficam retidos nestes canais e são posteriormente dragados para a indústria da construção, não sendo incluídos no trânsito litoral habitual disponível para a alimentação das praias a Sul destas estruturas. Além do défice sedimentar induzido pelas retenções existentes nos sistemas fluviais, as dragagens vão ainda reduzir significativamente o volume de sedimentos incorporados na deriva litoral. Só na parte jusante do rio Douro, o volume de sedimentos dragados entre 1982 e 1986 foi de 3×10^6 m³/ano (C.N.A.D.S., 2001). Segundo o I.N.A.G. (1999) o

volume de dragados dos canais interiores da laguna de Aveiro, bem como da barra exterior, representava entre 1988 e 1997, valores médios de $1,2 \times 10^6 \text{m}^3/\text{ano}$.

Também os molhes e os quebra-mares portuários são necessários ao bom funcionamento dos portos. Na área em estudo, apontam-se os molhes da barra de Aveiro como os principais responsáveis pelas elevadas taxas de recuo médio da linha de costa a Sul destes. O funcionamento destas estruturas longas, normalmente perpendiculares à linha de costa, promove uma acumulação a barlamar e erosão a sotamar. Segundo o C.N.A.D.S. (2001), a acumulação de sedimentos, acima da linha de baixa-mar, nos 1200 m a Norte do molhe de S. Jacinto, terá sido da ordem de $2 \times 10^6 \text{m}^3/\text{ano}$ nos primeiros oito anos após a construção deste, ou seja, até 1966. No que diz respeito à parte imersa, entre 1957 e 1966, acumularam-se cerca de $4,5 \times 10^6 \text{m}^3/\text{ano}$ distribuídos por uma área de 80 hectares (C.N.A.D.S., 2001). Ângelo (1991), entre 1954 e 1990, registou, na praia de S. Jacinto, uma migração da linha de costa para o lado do mar, a uma média de 4,8 m/ano. No entanto, de acordo com o mesmo autor, no período de 1984/90 não se verificou uma variação da posição da linha de costa, o que se deve, sem dúvida, à intensa exploração de areias processada neste sector costeiro. Relativamente à erosão a sotamar, este aspecto será abordado posteriormente.

Não restam dúvidas, então, que os molhes portuários, principalmente os da barra de Aveiro relativamente à área em estudo, interrompem a deriva litoral, provocando forte acumulação a barlamar e ainda mais significativa erosão a sotamar. Para não deixar que a acumulação a Norte seja excessiva e que provoque ainda mais o assoreamento do canal de navegação da barra, o porto de Aveiro permite, como já foi referido, a exploração de areias em S. Jacinto. Entretanto a Sul, a erosão costeira tornou-se de tal amplitude que foi necessária a construção de um extenso sistema de obras de defesa costeira que, actualmente, se prolongam até ao Poço da Cruz – Mira.

No entanto, tem sido notório que todas as obras de defesa costeira, principalmente as transversais, construídas neste sector, têm o mesmo comportamento que os molhes portuários. Estas são construídas com o objectivo de protegerem as zonas costeiras, no entanto, têm consequências bastante nefastas a Sul, contribuindo ainda mais para o já acentuado recuo da linha de costa. Sendo assim, estas estruturas, embora se revelem eficazes imediatamente a barlamar devido à acumulação que promovem, protegendo as construções aí existentes, ampliam grandemente a erosão costeira a sotamar.

Por outro lado, as obras fixas de protecção costeira, facilitam a transferência dos sedimentos do litoral para a plataforma, uma vez que os esporões deflectem as correntes litorais para o largo, verificando-se a deposição de areias a maiores profundidades, permitindo que parte dos sedimentos seja removida da deriva litoral (Abrantes, 1994).

Por sua vez, as estruturas longilitorais tornam a praia mais reflectiva, promovendo um ataque das ondas mais energético, desenvolvendo-se correntes com grande poder remobilizador, erodindo o litoral adjacente, numa ou em ambas extremidades da estrutura (Dias, 1990 *in* Boto, 1997), aumentando o transporte de materiais para o largo.

Como foi referido anteriormente, as obras de engenharia e hidráulica costeira, as dragagens e a exploração de inertes têm, em Portugal, um forte impacto sobre as zonas costeiras, aumentando a sua vulnerabilidade e promovendo o seu recuo, designadamente através da aceleração dos processos erosivos e da alteração da morfologia costeira.

Degradação antrópica das estruturas naturais

O Homem tem, desde sempre, eleito a zona costeira como local de fixação ou de passagem, não só pela riqueza que esta oferece em termos de recursos naturais como também pela atracção que o mundo marinho e as suas potencialidades lhe proporcionam. Estes factores promovem uma concentração populacional que coincide geograficamente com a concentração de ecossistemas bastante frágeis e dinâmicos, e que exercem fortes pressões sobre o ambiente costeiro. Estas pressões contribuem, frequentemente, entre outras consequências para a degradação da paisagem, a sobre exploração dos recursos, a poluição do ambiente, a alteração do uso do solo, através, por exemplo, da impermeabilização para a construção de infraestruturas, com implicações a nível das escorrências e drenagens naturais.

O actual ritmo de construção e ocupação, uso e transformação na zona costeira é deveras preocupante, uma vez que continuam a observar-se, de forma persistente, situações de construção em zonas de risco e em áreas altamente frágeis, como é o caso das praias e das dunas. Continua a existir uma consolidação, densificação e extensão da construção no litoral, normalmente de uma forma irreversível, frequentemente de uma forma caótica e sem qualquer respeito pelos valores naturais inerentes a estas áreas e de segurança (C.N.A.D.S., 2001).

Neste processo de recuo da faixa litoral, os cordões dunares, que na área em estudo, e ao longo de quase todas as costas arenosas de Portugal, constituem a barreira que separa a planície litoral, mais ou menos extensa do mar, têm vindo a perder gradualmente grande parte dos sedimentos que os compõem, uma vez que, todos os anos, o balanço entre a quantidade de material retirado ao sistema e reposto é negativo (MCOTA, 2003).

Para além deste processo inerente à diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral, a relação de causa e efeito entre a ocupação caótica do litoral e os fenómenos de erosão costeira passa pelo enfraquecimento ou mesmo destruição dos sistemas dunares. De facto, a ocupação desregrada da orla costeira, mesmo quando não chega ao extremo da destruição total das dunas, envolve a sua degradação através da destruição do coberto vegetal, através do abate de manchas florestais, pisoteio indiscriminado, abertura de veredas de acesso às praias, improvisação de parques de estacionamento, abertura de caminhos, construções de edifícios nas cristas do cordão dunar, impedindo o seu equilíbrio dinâmico e fomentando um processo erosivo progressivo, numa costa que sofre de um défice sedimentar permanente (Oliveira, 1997).

Alterações climáticas

Também as alterações climáticas contribuem de alguma forma para acentuar os processos de erosão costeira, especialmente a médio e longo prazo, e, mais uma vez, esta provém da acção do Homem sobre o meio, através do aumento da concentração dos gases com efeito de estufa na atmosfera. Como é do conhecimento geral, o aumento da concentração deste tipo de gases promove o aumento das temperaturas médias globais. Uma das consequências mais importantes do aquecimento global é o aumento do nível médio das águas do mar, previsivelmente de 0.09 a 0.88 m nos próximos 100 anos, provocado, principalmente pela expansão térmica dos oceanos e, também, pelo degelo dos glaciares (IPCC, 2001 *in* C.N.A.D.S., 2001).

A subida gradual e relativa do nível médio das águas do mar em Portugal foi, no decorrer do século passado, da ordem de 1.5 mm/ano, contribuindo para o progressivo deslocamento da linha de costa em direcção ao continente, ou seja, uma tendência regressiva do litoral português (Ferreira, 1993). Actualmente, este valor não parece ser muito significativo, no entanto, as previsões para 2100 apontam para aumentos do nível

médio do mar entre os 34.5 cm e os 56.2 cm acima do nível actual (Dias, 1990 *in* Boto, 1997).

Portanto, o aumento do nível médio das águas do mar, embora ainda pouco significativo actualmente, mas que aliado a tempestades e “storm surges” em períodos de marés vivas, pode incrementar os processos de erosão costeira e o risco de inundação das zonas baixas urbanas e agrícolas adjacentes ao litoral da área em estudo.

Embora sejam apontadas várias causas para os fenómenos de erosão costeira que se têm vindo a sentir no litoral português, é importante relembrar que estas podem intervir isolada ou conjuntamente com importância relativa diferente, mas que conjugadas levam à destruição de um ecossistema já por si frágil, único e insubstituível.

3.1.4. Taxas médias de variação da linha de costa

O prolongamento do molhe Norte da Barra de Aveiro em 1949/58 originou importantes mudanças morfológicas, quer a Norte quer a Sul, com consequências negativas que se deveram à interrupção da deriva litoral. Esta retenção originou um elevado deficit sedimentar a Sul, tendo como resultado um assinalável recuo da linha de costa.

Os diferentes autores que têm estudado o troço entre Espinho e o Cabo Mondego indicam valores diferentes para as taxas de recuo da linha de costa devido, principalmente, aos diferentes métodos utilizados, tanto na realização de perfis de praia, como através da comparação de fotografias aéreas, ou mesmo nos marcadores utilizados não serem os mesmos (linha de preia mar, base do cordão dunar, linha de início de vegetação, etc.), sendo, no entanto, unânimes em as considerar muito elevadas. Os dados obtidos confirmam, no decurso das últimas décadas, que se verificou um aumento bastante significativo das taxas médias de recuo da linha de costa.

Segundo Bettencourt & Ângelo (*in* Boto, 1997), o cordão litoral a Sul da Barra de Aveiro, de 1870 a 1900, manteve-se de uma forma geral estável. Contudo, entre 1900 e 1958, ocorreu o desmantelamento do cordão arenoso, como consequência do recuo da linha de costa, tornando-se a situação cada vez mais preocupante.

De acordo com Castanho *et al.* (in Boto, 1997), os valores máximos de recuo da linha de costa da Barra à Vagueira de 1947 a 1978 são os seguintes:

Tabela 6 – Valores máximos de recuo da linha de costa no sector Barra- Vagueira (Adaptado de Boto, 1997)

Sector	1947/58	1958/73	1973/78
Barra - Vagueira	>100m/ano	≈200m/ano	≈100m/ano

Ferreira (1993) apresenta os seguintes valores:

Tabela 7 – Taxas médias de variação da linha de costa entre a Costa Nova e a Praia do Areão (Adaptado de Ferreira, 1993)

Sector	1947/58	1958/70	1970/80	1980/90	1990/95
Costa Nova-Vagueira	-1.5m/ano	-6.3m/ano	-3.8m/ano	-3.7m/ano	-
Vagueira-Praia do Areão	-0.1m/ano	-1.6m/ano	-2.4m/ano	-3.9m/ano	-4.3m/ano*

(-recuo; + acreção; * média dos valores de recuo entre a Praia do Areão e Vagueira entre esporões)

De acordo com Ferreira & Dias (1991), entre 1958 e 1980, o recuo médio da linha de costa entre a Praia da Vagueira e a Praia do Areão foi de 0.7m/ano. Os valores máximos de recuo atingiram os 3m/ano na parte setentrional, ocorrendo uma estabilidade ou ligeira acreção na parte Sul. Entre 1980 e 1989, deu-se um aumento da taxa média de recuo, com valores médios de 3.3m/ano e com valores máximos de 6.9m/ano. Nesta altura ocorreu erosão no cordão dunar em mais de metade da sua largura.

Os valores propostos por Ângelo (1991), já para diferentes anos, e exclusivamente para a Praia da Vagueira, estão representados na seguinte tabela:

**Tabela 8 – Taxas médias de variação da linha de costa na Praia da Vagueira
(Adaptado de Ângelo, 1991)**

Sector	1947/54	1954/90	1984/90
Praia da Vagueira	-	-	+ 12.0m/ano
Praia da Vagueira Sul	-	-3.0m/ano	-16.0m/ano

(-recuo; + acreção)

Num estudo de monitorização da linha de costa efectuado por Ferreira & Dias (1997), de Setembro de 1992 a Março de 1993, em que foi estudada a variabilidade da praia emersa através do cálculo e comparação dos volumes sedimentar de cada perfil, os autores estabeleceram a razão entre a máxima diferença obtida entre levantamentos e o volume médio de cada local, obtendo um índice que multiplicado por 100%, corresponde a uma percentagem de variabilidade possível, à macroescala (meses a sazonal).

Tabela 9 – Volume médio de cada local, máxima diferença entre levantamentos e valor do Índice de Susceptibilidade entre Setembro de 1992 e Junho de 1993 (Adaptado de Ferreira & Dias, 1997)

Praia	Volume médio (m ³ /ano)	Diferença máxima (m ³ /ano)	Índice de Susceptibilidade
Vagueira Norte	292.3	120.5	41%
Vagueira entre esporões	439.8	168.2	38%
Vagueira Sul	271.8	254.9	94%

É evidente que os volumes sedimentares mais baixos ocorreram em locais situados a sotamar dos esporões, isto é, a Sul destas obras (Vagueira Sul). Pelo contrário, alguns dos valores mais elevados ocorreram a barlamar (Norte) de esporões, ou seja na Praia da Vagueira que se situa entre os esporões.

Segundo estes autores, o índice de susceptibilidade demonstra a indicação da maior ou menor possibilidade do “stock” médio da praia ser ou não suficiente relativamente às variações possíveis de aí ocorrerem. O índice da Praia da Vagueira Sul indica que o “stock” médio existente neste local é, em geral, semelhante à variação do volume, pelo que, durante a ocorrência de eventos extremos, com capacidade erosiva elevada, poderão

registar-se recuos dunares efectivos, com a ocorrência de galgamentos (Ferreira & Dias, 1997).

Boto *et al.* (1997) calculou os valores de recuo médio e recuo total na Praia da Vagueira entre Fevereiro de 1996 e Abril de 1997, onde o recuo total do cordão dunar frontal a Norte do enrocamento foi de 0.09 m. O sector localizado entre esporões não apresentou recuo, mantendo-se toda esta área estabilizada, enquanto no sector a Sul do esporão do Labrego, o recuo médio do cordão dunar frontal foi estimado em 9.59 m. Segundo Boto *et al.* (1997), os valores obtidos quando comparados com as taxas médias de recuo determinadas por Ferreira (1993), mostram que o recuo entre o esporão do Labrego e a Praia do Areão excede a taxa média (-3.9 m/ano) observada até 1990. No entanto, este valor é concordante com a tendência de recuo médio do cordão dunar que se verifica desde 1947.

Boto (1997) calculou, também, o índice de susceptibilidade para a praia da Vagueira:

Tabela 10 – Volume médio de cada local, máxima diferença entre levantamentos e valor do Índice de Susceptibilidade entre Fevereiro e Abril de 1997 (Adaptado de Boto, 1997)

Praia	Volume médio (m ³ /ano)	Diferença máxima (m ³ /ano)	Índice de Susceptibilidade
Vagueira Norte	264.09	137.88	52%
Vagueira entre esporões	319.01	213.48	67%
Vagueira Sul	155.53	138.93	89%

Confirmando a tendência já verificada na tabela 9 por Ferreira & Dias (1997), as praias a Sul apresentam uma maior susceptibilidade à erosão numa situação extrema de temporal, pois os menores valores do índice de susceptibilidade indicam uma menor possibilidade de se verificar erosão marinha da duna, devido à perda do “stock” arenoso, dado que possuem maior volume sedimentar armazenado e/ou por registarem condições de protecção mais efectivas.

Numa tentativa de estabelecer o recuo médio total do cordão dunar da Praia da Vagueira desde 1958 até 2002, foram calculadas as taxas médias de variação e as suas causas sendo apresentadas de seguida.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO CORDÃO DUNAR NA ÁREA EM ESTUDO

Na primeira metade do século vinte, o cordão dunar litoral da área em estudo desenvolvia-se paralelamente à linha de costa, atingia vários metros de altura, sendo interrompido por valas de escoamento ou por corredores eólicos, mais ou menos estabilizados pela vegetação.

O cordão apresentava uma associação de formas morfológicas complexas, em que a maioria era condicionada pelo crescimento da vegetação, das quais se destacam a duna frontal estabilizada e a duna transgressiva de tipo A, de acordo com a classificação das tipologias dunares de Vidinha (1997). A duna transgressiva de tipo A caracterizava-se pelo carácter progradante da frente a sotavento devido à dinâmica secundária dos corredores de erosão, resultantes dos segmentos da crista dunar deslocados transversalmente para o interior, causando um relevo de feição caótico (Vidinha, 1997).

3.2.1. 1958

Em 1958, o cordão dunar frontal encontrava-se, na sua maior parte, bastante debilitado, ao contrário do que seria de esperar (fig. 8). Através da fotografia aérea não foi possível observar os limites em quase toda a área a Sul da Vagueira, numa extensão de aproximadamente 2 km. Apenas eram visíveis alguns domos e dunas embrionárias, por onde foi traçado o limite externo inferido.

Cerca de 60% do total do cordão dunar caracterizava-se como uma área que tivesse sido “lavada”, a cotas bastante baixas, sem apresentar qualquer tipo de vegetação.

Numa tentativa de explicar este facto surgiram algumas hipóteses, que embora não tenham sido validadas devido à falta de dados relativos a esta época, podem ter contribuído para a ausência de morfologias bem desenvolvidas.

Legenda:

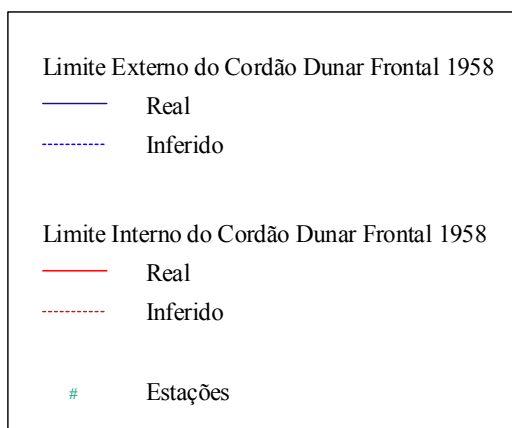
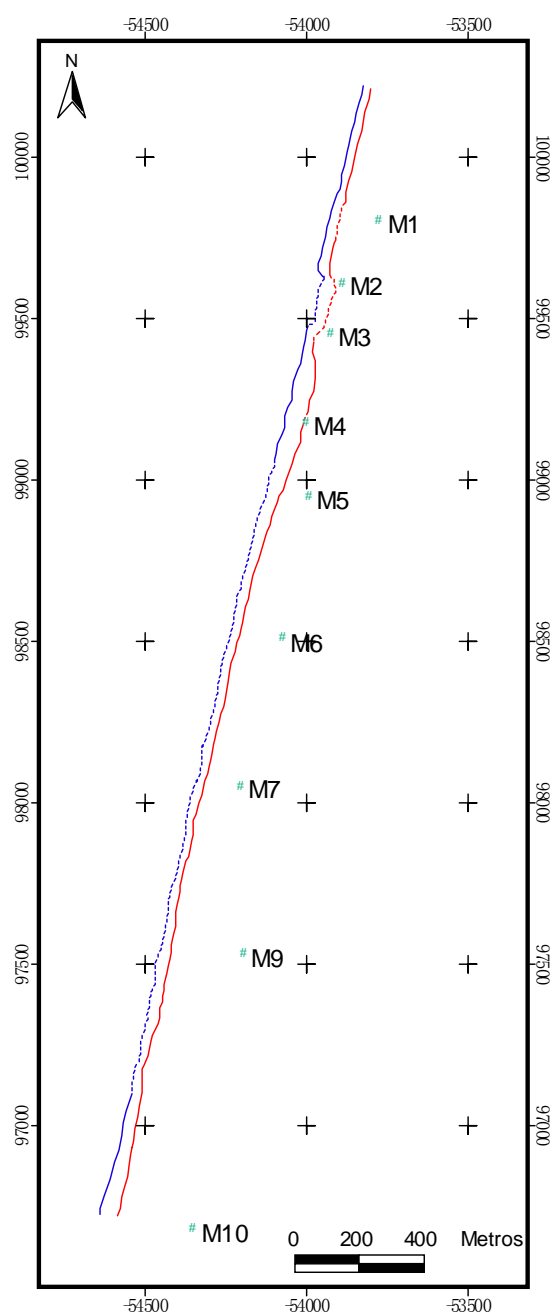


Figura 8 – Limite externo e interno do cordão dunar frontal da praia da Vagueira em 1958

Uma das primeiras explicações surgiu através da resenha histórica deste sector, onde vários autores, que descreveram a evolução da barreira arenosa, referem a existência de várias barras a Sul da Vagueira, após a individualização da laguna de Aveiro. Entre 1643 e 1780, a barra migrou entre a Vagueira e a Praia de Mira, estando diversas vezes situada entre o agora núcleo urbano da Vagueira e a Quinta do Inglês, limite Sul da área em estudo (fig. 7), e onde, precisamente, em 1958, se observou a completa ausência

do limite externo do cordão dunar. Mesmo após a fixação artificial da barra em 1808 no local onde esta se encontra hoje, durante o tempestuoso inverno de 1837, deu-se novamente a ruptura do cordão dunar na Vagueira, formando uma ligação entre o mar e a laguna que existiu durante 30 anos, e que acabou por fechar naturalmente.

A primeira hipótese será então a abertura natural de um novo canal na barra neste local. Numa tentativa de validar esta hipótese foi necessário procurar as causas que levam à sucessiva destruição do cordão dunar nesta área. A possível existência de uma falha ou



de um acidente morfológico na plataforma adjacente poderia ajudar a explicar uma maior incidência do ataque das ondas neste sector. No entanto, não existem registos na batimetria assinaláveis que possam justificar estes episódios de ruptura. Em termos tectónicos, com base em estudos geofísicos, Teixeira (1997) aponta para a existência de uma falha inactiva, com orientação NNW-SSE, a qual terá condicionado o traçado dos canais de Ílhavo e Mira. O canal de Mira, devido ao seu traçado algo sinuoso, mostra, na zona da Vagueira, uma curvatura que condiciona a largura da barreira, coincidindo com o local onde ela se apresenta mais estreita, em toda a sua extensão.

Segundo um estudo realizado nas ilhas barreira da Carolina do Norte nos Estados Unidos (D.U.P.S.D.S., 2001), as áreas mais estreitas e a cotas mais baixas, localizadas perto da foz de um rio ou de um estuário, são os lugares escolhidos para a formação de um canal. Estes tendem a migrar lateralmente pois são muito dinâmicos. A presença de um delta de inundação pode indicar a localização de um antigo canal agora fechado, tornando esta zona bastante instável, sendo com frequência galgado durante os períodos de tempestade, formando canais de escoamento. Estas estruturas não são “tecnicamente” consideradas como barras, uma vez que se desenvolvem e mantêm-se activas durante o episódio de tempestade. Embora os canais sejam temporários, estes tendem a reaparecer sempre no mesmo local.

Outra das hipóteses consideradas poderá ter sido a acção de um intenso temporal, em que o nível máximo da maré tenha destruído a duna, permitindo o galgamento para o interior. Embora não tenha sido possível confirmar o estado do cordão dunar frontal nos anos anteriores a 1958, devido à má qualidade das fotografias aéreas necessárias à elaboração do modelo estereoscópico, esta hipótese é bastante plausível. A ausência de vegetação e o aspecto “liso” da superfície podem ser uma consequência de um galgamento, com a transferência de sedimentos para a praia alta e duna primária. Carvalho e Barceló (1966) registaram um temporal entre 14 e 20 de Dezembro de 1956, em que a altura máxima das ondas terá ultrapassado os 10 m, referindo a possibilidade desta ter sido ainda maior. A ocorrência deste temporal pode ter afectado esta zona mais frágil, devido aos sucessivos canais de ligação que teve entre o mar e a laguna.

Além da área atrás referida, surge ainda uma outra que levanta algumas dúvidas. Esta localizava-se exactamente na Vagueira, onde existem alguns palheiros de pescadores que praticavam a arte Xávega. A entrada de animais de grande porte, o arrasto das redes e

o transporte dos barcos para o mar, com certeza que conduziram ao desmantelamento de todo o cordão dunar nesta área, pois tanto o limite externo como o interno não são visíveis na fotografia aérea, sendo apenas possível observar uma vasta área aberta de acesso à praia (mapa 1 – anexo II).

Em relação ao limite interno do cordão dunar, e à excepção da que foi referida anteriormente e para a qual já foram apresentadas as causas, surge apenas mais uma pequena área, imediatamente a Norte desta, com o limite inferido. A não visualização do limite interno neste caso pode estar relacionado, também, com uma zona de fragilidade que surge neste local ao longo de toda a época em análise.

3.2.2. 1970

Em 1970 surge um cordão dunar frontal completamente restabelecido (fig. 9). A duna frontal apresenta-se estabilizada, robusta, coberta por vegetação densa e rasteira, resultante da relativa estabilidade que esta área apresentava, por ausência de erosão significativa, com apenas 7% do total inferido, na área ocupada pelos pescadores.

Verifica-se, no entanto, na parte Norte da área em estudo, a existência de alguns corredores eólicos, resultado da erosão provocada pela diminuição do fornecimento de sedimentos ao litoral e a consequente progradação do limite interno para o interior. A reactivação eólica do cordão dunar, com a consequente degradação da vegetação, permite a remobilização dos sedimentos antes consolidados nos corpos dunares. Aqui, o limite interno do cordão dunar surge também inferido, tal como já acontecia em 1958, devido à movimentação das areias para o interior que não permite a identificação do mesmo.

A existência de corredores eólicos junto aos perfis M3 e M4 são reflexo já de uma ocupação urbana da Vagueira, com o loteamento de terrenos e abertura de uma avenida imediatamente atrás do limite interno do cordão dunar (fig. 9, mapa 2 – anexo II). Estes corredores eólicos podem ser resultado da abertura de passagens de acesso à praia por parte dos residentes, embora existisse ainda uma duna bem desenvolvida correndo em toda a largura da frente urbana incipiente da Vagueira.

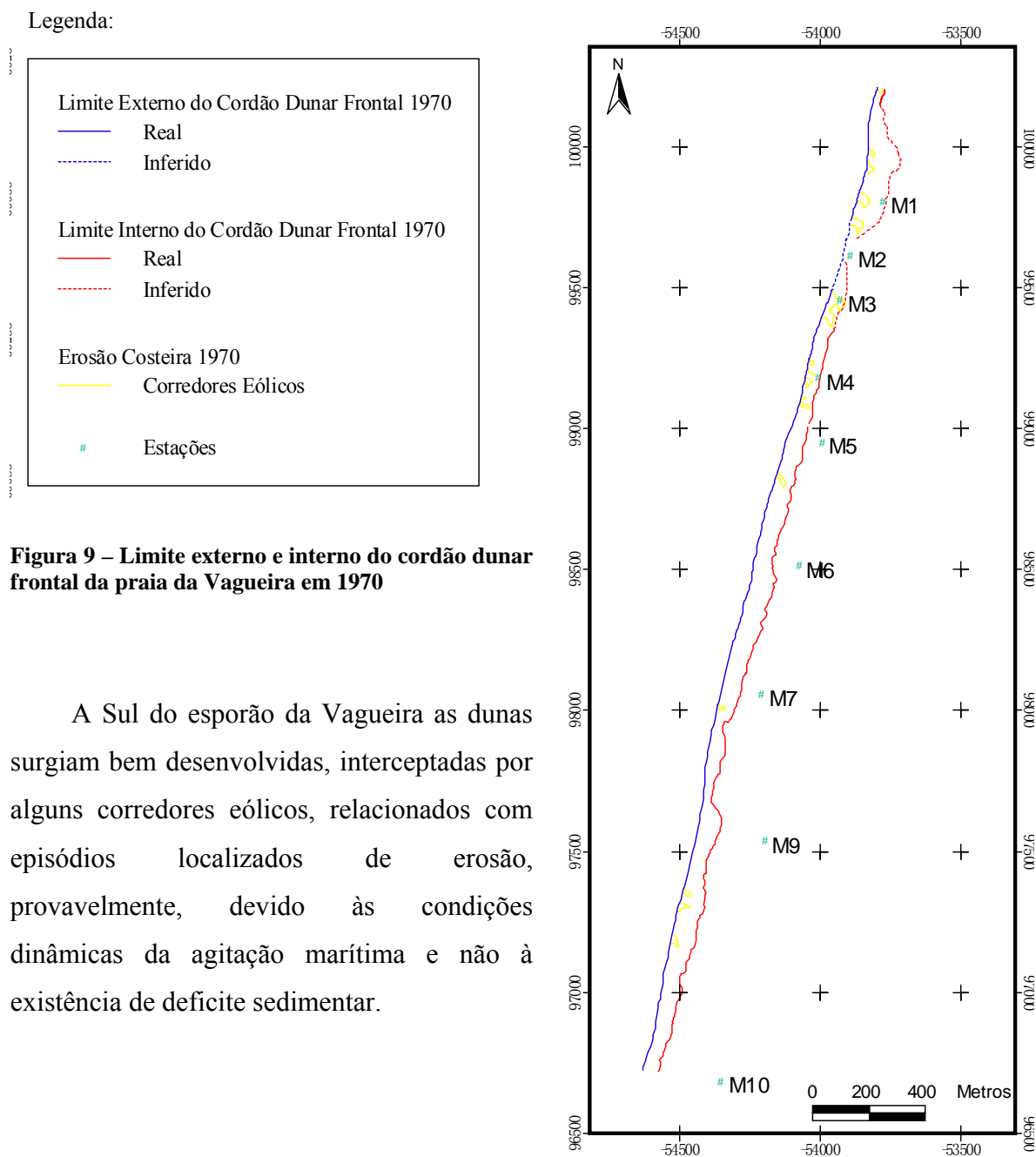


Figura 9 – Limite externo e interno do cordão dunar frontal da praia da Vagueira em 1970

A Sul do esporão da Vagueira as dunas surgiam bem desenvolvidas, interceptadas por alguns corredores eólicos, relacionados com episódios localizados de erosão, provavelmente, devido às condições dinâmicas da agitação marítima e não à existência de deficit sedimentar.

3.2.3. 1998

Em 1998, toda a paisagem litoral altera-se profundamente, bem como a morfologia do cordão dunar frontal. Além do recuo acentuado que este sofreu, estando nesta altura o cordão dunar secundário remetido para frontal a servir de barreira entre o mar e a laguna, as obras de protecção costeira e as suas consequências vieram alterar de modo irreversível todo este sector (fig. 10, mapa 3 – anexo II).

As alterações no trânsito sedimentar, que a construção dos molhes da barra do porto de Aveiro vieram trazer a toda a dinâmica costeira a Sul, induziram a que todo cordão dunar frontal original desta área desaparecesse completamente, prosseguindo a erosão pela zona interdunar e, em alguns pontos, já no cordão dunar secundário. A escassez de sedimentos é talvez o factor que mais contribui para o desaparecimento de vastas áreas dunares, uma vez que para proteger e mitigar as consequências de uma erosão costeira, resultado do deficit de sedimentos, construíram-se esporões. Estes são ainda responsáveis pelo agravamento das condições de fornecimento de sedimentos nas áreas a Sul da sua localização, uma vez que os retêm a Norte e promovem a sua circulação para o largo. Resta dizer, que após a construção destas estruturas, e por falta de acções de protecção que deviam acompanhar estes processos, assiste-se ao dismantelamento do cordão dunar frontal, e consequente progressão da erosão tanto para o interior como para Sul.

A existência de múltiplas obras de protecção costeira, principalmente obras pesadas e fixas, que configuram a zona costeira desde a Barra de Aveiro até à Vagueira, condicionam o comportamento do cordão dunar, provocando muitas vezes o seu total desaparecimento, como é o caso dos enrocamentos. Estes devem ser encarados como soluções de recurso em situações de emergência em relação a povoações em risco até que possam ser substituídas por outras intervenções, pelo que deviam ser do tipo flexível (Gomes, 1991). Neste tipo de obras aderentes ocorre a reflexão das ondas o que induz maior turbulência, promovendo o transporte dos materiais para o largo e provocando, frequentemente, o desaparecimento da praia. A construção de um enrocamento na frente urbana da Praia da Vagueira em 1984, levou ao desaparecimento do cordão dunar frontal, numa área em que tanto a avenida paralela à praia como os prédios desta avenida se encontram a cotas abaixo do nível médio das águas do mar. No entanto, o esporão da Vagueira permitiu a manutenção do cordão dunar imediatamente a Norte.

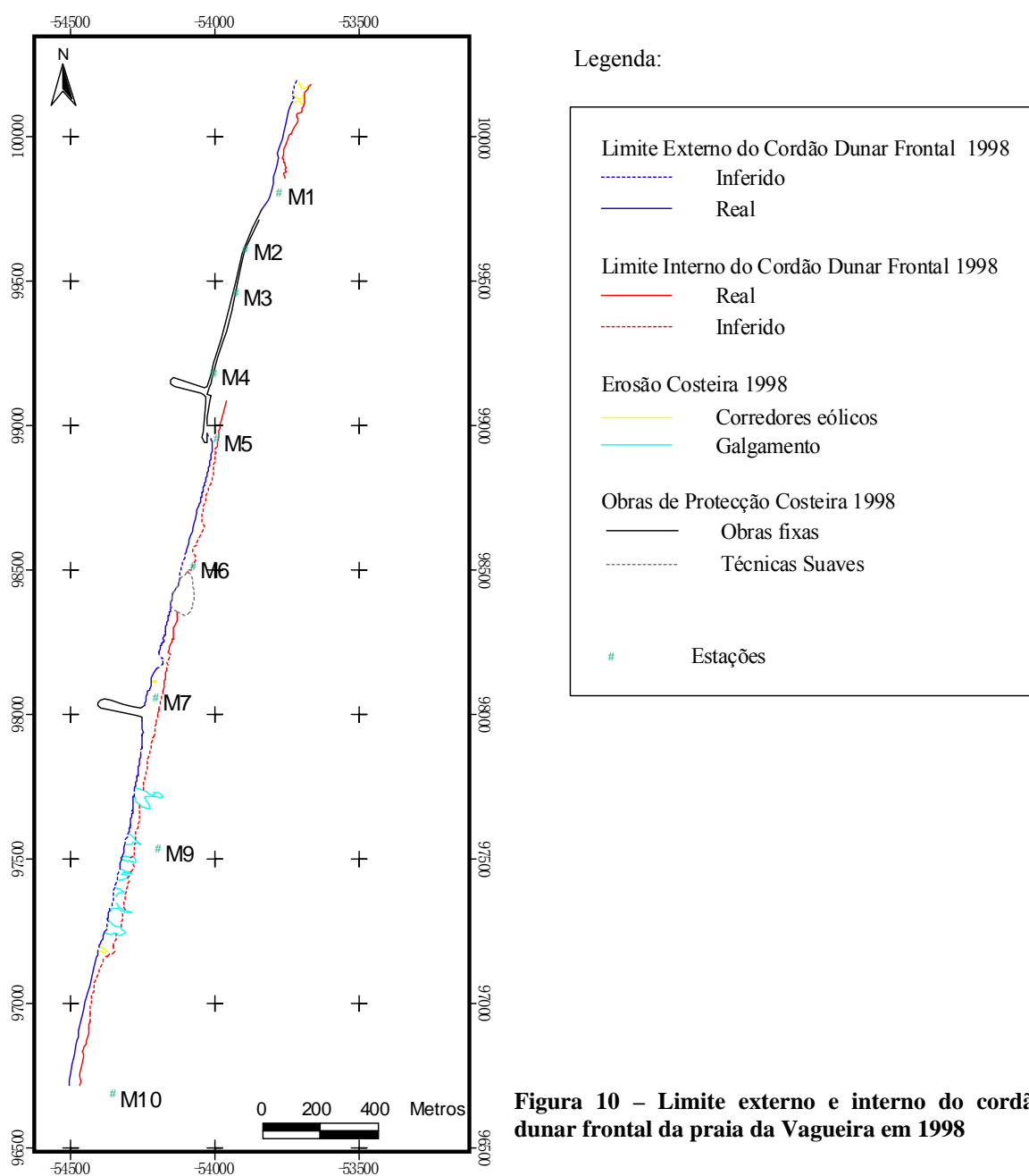


Figura 10 – Limite externo e interno do cordão dunar frontal da praia da Vagueira em 1998

A construção do esporão da Vagueira em 1979 levou indubitavelmente ao recuo do cordão dunar na área a Sul, conforme é possível observar na figura. 10, onde o limite interno do cordão dunar frontal é apresentado como inferido, pois não é possível observá-lo devido à remobilização de areias para a zona interdunar. Na área entre esporões, o limite externo do cordão dunar era formado por uma arribo continua talhada na duna que marca o contacto com a alta praia, sujeita ao ataque das ondas, com a consequente destruição da

vegetação devido à exposição das raízes ao sal. Esta arriba podia atingir mais de 10 m de altura.

Na área correspondente à estação M6, a DRARNC levou a cabo, em 1997, uma tentativa de minimizar a elevada fragilidade e deterioração em que se encontrava o cordão dunar através da fixação e reconstrução das dunas, com a utilização de estacaria de madeira e de vegetação autóctone infestante (fig. 10) e (foto 1).



Foto 1 – Vista aérea do sector Entre Esporões (estação M6), com a aplicação de paliçadas e plantação de vegetação infestante (Abril de 2002)

Quando se pretende restaurar rapidamente uma duna frontal degradada ou, no caso limite, reconstruí-la, a melhor técnica a aplicar são as paliçadas ou estacarias de madeira com a função de corta-vento. As paliçadas podem ter várias formas, em que as linhas devem ser paralelas entre si e colocadas perpendicularmente ao vento dominante. Os locais escolhidos para a implantação das paliçadas devem coincidir preferencialmente com os locais de acumulação e de trânsito eólico (Ângelo, 2001). Na figura 10 é possível observar esta intervenção, resultante da abertura de uma baía em Novembro do ano anterior, provocada pela erosão induzida pelo esporão da Vagueira. Esta foi a primeira vez que se implementaram este tipo de técnicas na área em estudo.

A Sul do esporão do Labrego, o cordão dunar frontal apresentava-se extremamente frágil, com a proliferação de áreas sujeitas ao galgamento, o que denuncia um estado avançado do desmantelamento do cordão dunar (fig. 10). Esta situação colocava em risco as áreas agrícolas adjacentes, onde já se observa a invasão de sedimentos mobilizados pelo

vento e pelos galgamentos. Esta situação era bastante crítica, uma vez que estes terrenos, na sua maior parte, se situam a cotas abaixo do nível médio das águas do mar, possibilitando a ligação do oceano ao canal de Mira. Como resultado, o limite interno do cordão dunar frontal também se apresenta inferido.

Os esporões retêm uma percentagem maior ou menor de transporte sólido longitudinal em função do seu comprimento, cotas de coroamento e constituição estrutural. Quanto mais eficazes forem nessa retenção, mais reduzem o abastecimento a sotamar, gerando ou transferindo problemas de erosão em maior ou menores extensões e alterando o comportamento hidrodinâmico da envolvente de um esporão. O esperado seria, que após alguns anos, se verificasse a sua saturação, transpondo o movimento sólido para sotamar. No entanto, esta situação não se tem vindo a verificar, como alguns autores reclamam, por alegadamente a corrente da deriva litoral, perturbada pela barreira esporão, arrastar os sedimentos para profundidades tais, que impossibilita a agitação de os movimentar novamente para a praia (Gomes, 1991).

3.2.4. 2002

Uma vez que as obras de protecção costeira não impediam o recuo acentuado da linha de costa e a destruição do cordão dunar na zona, colocando em risco a barreira arenosa, com a possibilidade de abertura da barra a Sul da Vagueira, novas medidas de protecção foram realizadas entre 1998 e 2002 (fig. 11, mapa IV – anexo II).

Em 2002, mais de 60% do cordão dunar frontal é já um dique arenoso, que conjuntamente com as outras obras fixas dão a este troço costeiro um aspecto completamente artificializado. À excepção das áreas a Norte do esporão e enrocamento da Vagueira e esporão do Labrego, que ainda apresentam estruturas dunares naturais, toda a restante área está sujeita a uma linha de costa configurada pelo Homem, resultado de uma nova estratégia de combate à erosão das praias e das dunas através da reconstrução das dunas frontais e construção de diques arenosos.

Na área a Norte da Praia da Vagueira, na zona de fragilidade que foi identificada nos anos anteriores (1970 e 1998), foi realizado um enchimento com materiais provenientes das dragagens do canal de Mira, associado à construção de uma “super duna”, atrás do cordão dunar frontal (fig. 11) e (foto 2).



Foto 2 – Vista aérea do Sector Norte da Vagueira em Abril de 2002. Note-se o enchimento artificial do lado esquerdo da foto com a “Super Duna” localizada atrás do cordão dunar frontal

Neste método de alimentação artificial com recurso a áreas de empréstimo do interior de corpos lagunares são de esperar perdas de grandes quantidades de sedimentos de fracções mais finas que são mobilizados pelo vento. A identificação da origem dos sedimentos destas áreas foi possível devido à cor acinzentada que apresentam na fotografia aérea resultado da elevada quantidade de matéria orgânica que os constitui.

O cordão dunar natural adjacente apresentava-se bastante erodido, com escarpas de erosão talhadas na face frontal da duna. Embora ainda apresente um coberto vegetal significativo, a proliferação de caminhos de acesso à praia e de corredores eólicos, tal como o sucessivo ataque das ondas em situação de preamar viva colocam em risco a segurança deste cordão dunar.

Devido à ocorrência de intensos temporais no inverno de 1999 e ao estado de elevada fragilidade que o cordão dunar frontal apresentava nessa altura, este foi completamente destruído em determinados pontos, principalmente localizados nas áreas a sotamar dos esporões. Uma vez que era necessário impedir que o mar se unisse ao canal de Mira, formando um novo canal por ausência da protecção de um sistema dunar, foram iniciadas obras de emergência. Estas consistiram na reconstrução do cordão dunar através de um método denominado na terminologia anglo-saxónica por “Bulldozing” (foto 3).

Legenda:

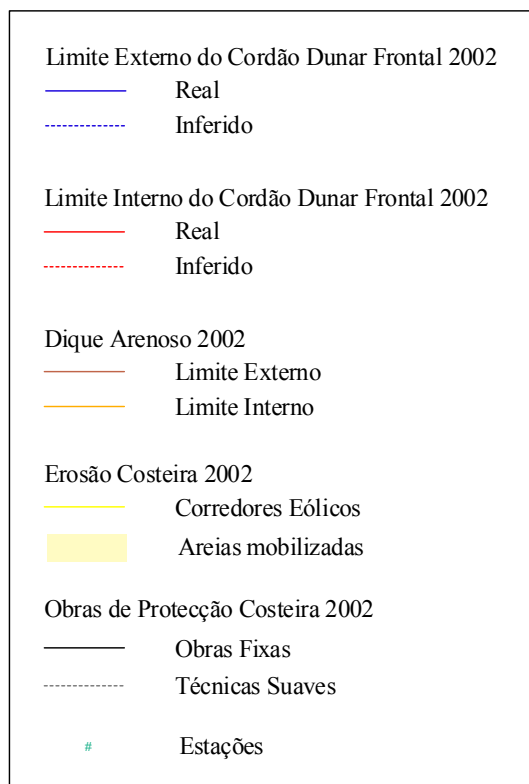
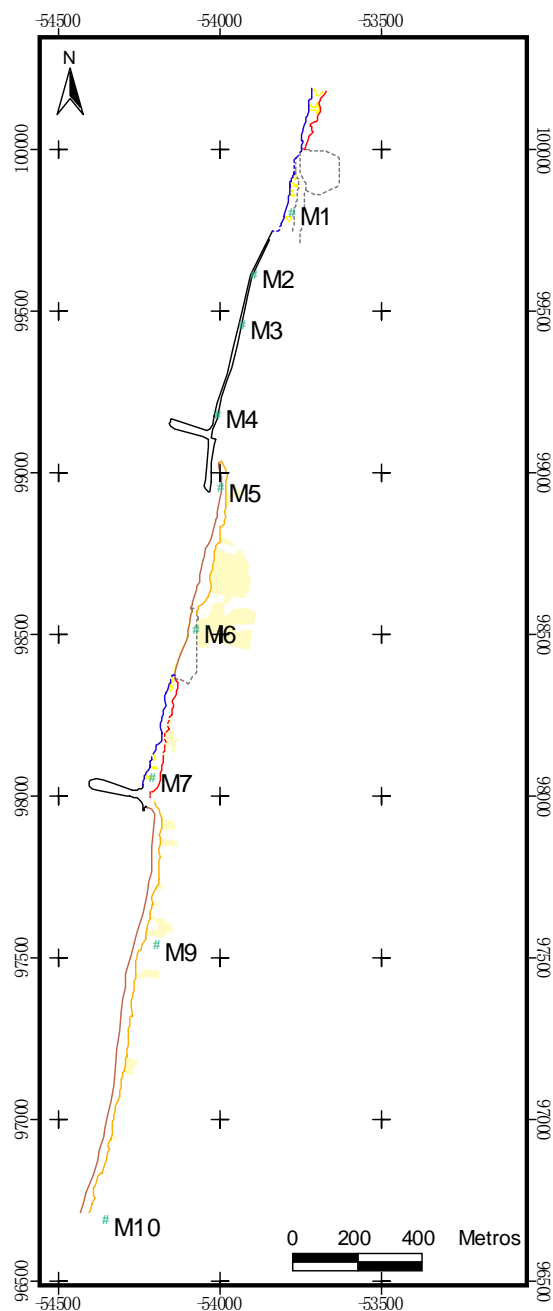


Figura 11 – Limite externo e interno do cordão dunar frontal da praia da Vagueira em 2002



Na área a Sul do esporão da Vagueira, surge então um dique arenoso, com uma largura média de 20 metros entre a base, a uma altitude média de 8 m, completamente desprovido de vegetação e de configuração rectilínea (foto 4).

Embora os especialistas nestas técnicas de reconstrução do cordão dunar frontal não hesitem em afirmar que o primeiro passo para o estabelecimento e consequente crescimento da duna é a implantação de paliçadas e numa fase posterior a re-vegetação da duna, promovendo barreiras artificiais para a retenção das areias e sua deposição e

obrigando a passagem de pessoas através de circuitos obrigatórios, este aspecto não se verifica na reconstrução do cordão dunar artificial da Praia da Vagueira, excepto na área do perfil M6 (fig. 11). Nesta área ainda se encontram vestígios das paliçadas e da vegetação implantada em 1997, embora em 2002 não estejam a surtir qualquer efeito devido à falta de acompanhamento e reconstrução por parte das entidades competentes.



Foto 3 – Vista aérea do sector Sul em Abril de 2002. Construção do dique arenoso através da técnica de “Bulldozing”

Na área a barlamar do esporão do Labrego, o cordão dunar frontal ainda é um sistema natural, embora se apresente bastante degradado e fragilizado. A sua manutenção tem sido devida à localização do esporão, o qual tem promovido uma pequena acumulação de sedimentos a Norte. No entanto, verifica-se a existência de corredores eólicos que podem ser transformados futuramente em áreas preferenciais para a ocorrência de galgamentos em situação de temporal.

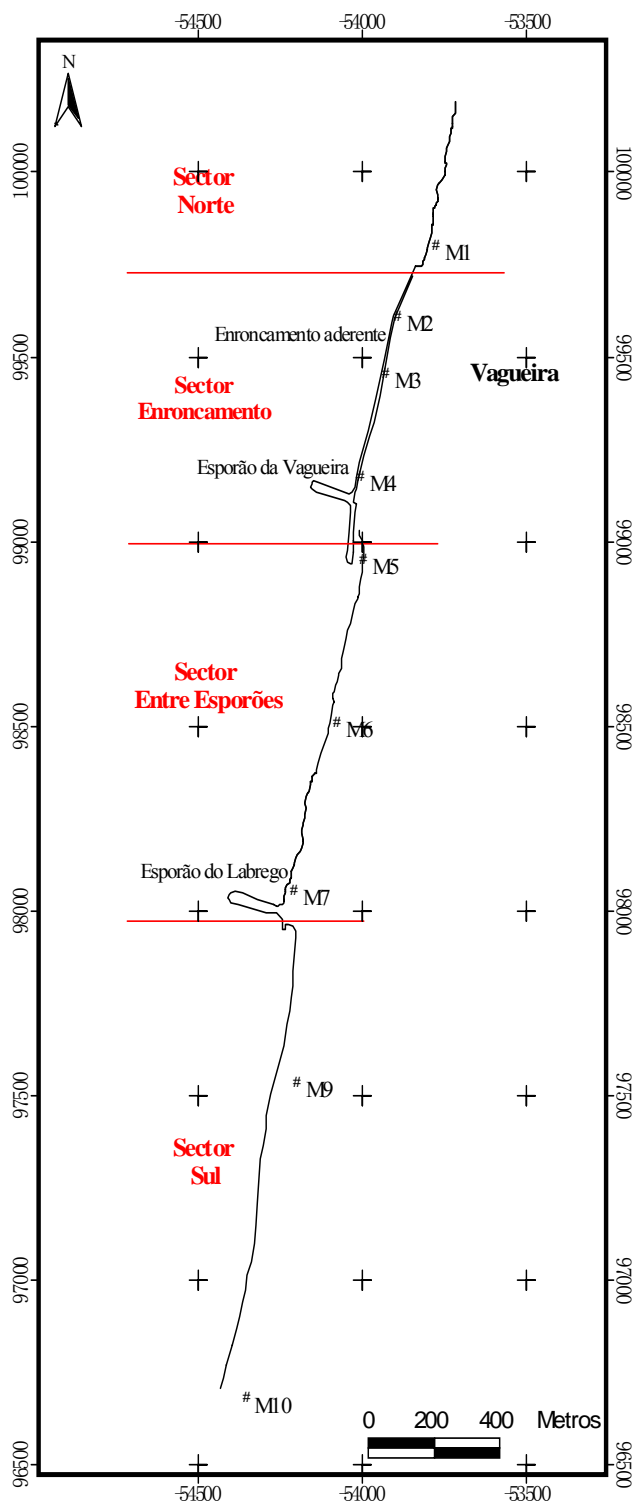
A Sul do esporão do Labrego, e como seria de esperar uma vez que esta área está sujeita a um elevado deficit de sedimentos, foi também necessária a construção de um dique arenoso, que se apresenta com as mesmas características do anterior (foto 4).



Foto 4 – Vista aérea do sector Sul em Abril de 2002. Note-se a configuração rectilínea do dique arenoso, completamente desprovido de vegetação

A falta de aplicação das técnicas de reconstrução do cordão dunar frontal e da sua consecutiva monitorização levam a que dada a sua posição demasiado próxima do nível de preiamar, este seja consecutivamente atacado pelas ondas. Devido à falta de coerência na construção deste dique e de compreensão do ecossistema dinâmico em que se insere, tem sido necessário recuá-lo cada vez mais, sempre que ocorre um temporal mais intenso. De acordo com o que foi verificado na análise do cordão dunar frontal dos anos anteriores em estudo, esta é uma área bastante mais frágil onde se atingem as mais elevadas taxas de recuo, emagrecendo cada vez mais a ilha barreira, e que, além de se localizar na zona de sombra de um esporão, tem sido, mesmo em tempos históricos, sujeita a galgamentos e tentativas de abertura de um novo canal, o qual ainda não aconteceu devido à mão do Homem.

3.3. TAXAS MÉDIAS DE RECUO DO CORDÃO DUNAR NA PRAIA DA VAGUEIRA ENTRE 1958 E 2002



A conjugação de vários factores tem conduzido, desde a última metade do século passado, a uma progressiva amplificação das taxas de recuo da linha de costa. A Praia da Vagueira não foi excepção, e para uma melhor análise dos recuos, a área em estudo foi dividida em quatro sectores, de modo a ser possível uma melhor comparação entre os diversos anos estudados (fig. 12): o sector Norte, com uma extensão aproximada de 430 m, estende-se desde o início da área estudada a Norte até ao início do enrocamento situado em frente à área urbana da Praia da Vagueira. O segundo sector corresponde a toda a área do enrocamento, com uma extensão de 850 m. O Sector Entre Esporões, com uma extensão de 1 km, e como o próprio nome indica, situa-se entre o esporão da Vagueira e o esporão do Labrego, situado em frente ao Aquaparque da Vagueira. Toda a restante área em estudo corresponde ao sector Sul, que tem uma extensão de cerca de 1325 m.

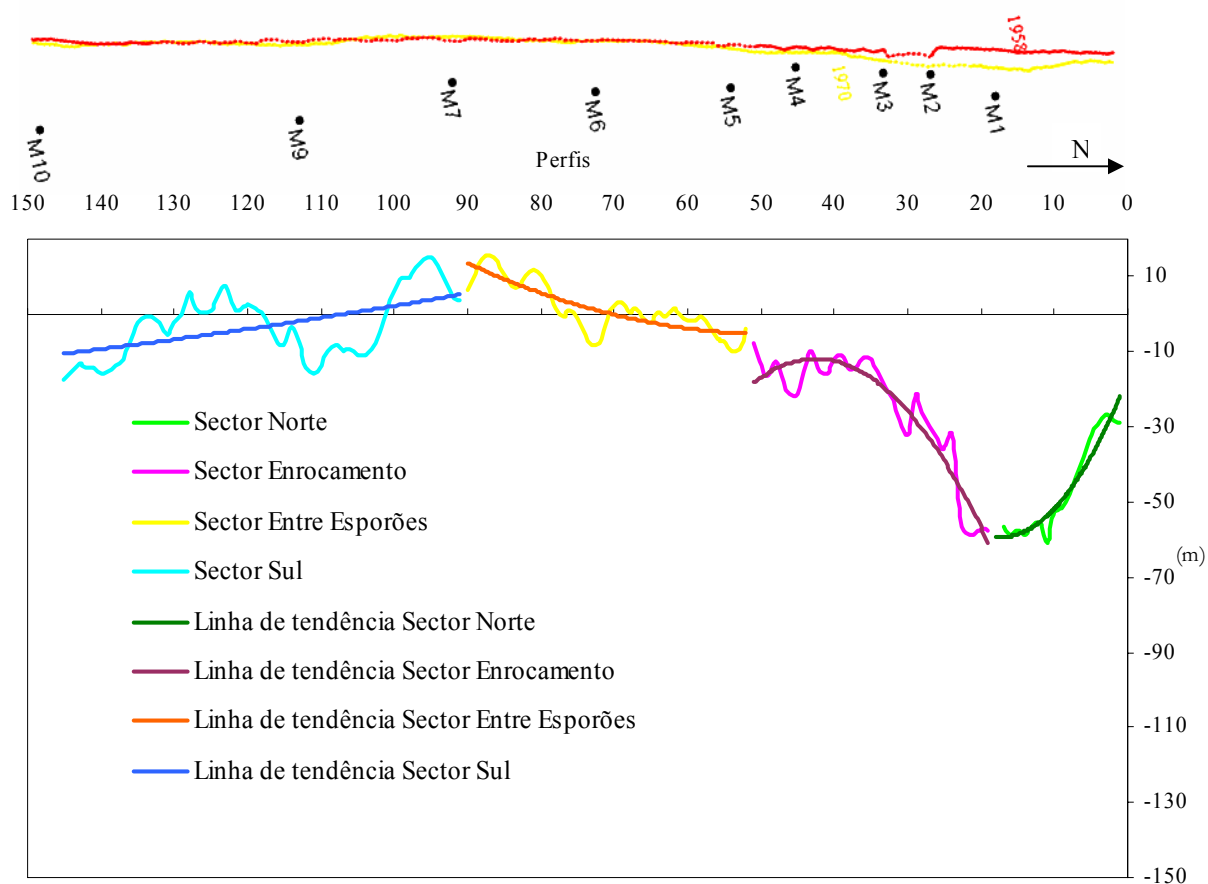
Figura 12 – Localização dos sectores em estudo na Praia da Vagueira

A análise do recuo total foi efectuada sobre quatro períodos de tempo: 1958, 1970, 1998 e 2002, e os recuos médios foram obtidos entre 1958 – 1970, 1970 – 1998 e 1998 – 2002.

3.3.1. 1958 – 1970

De uma forma geral, analisando o período entre 1958 e 1970, quase toda a área registou valores baixos de recuo e inclusivé uma ligeira acreção nos locais que hoje são os mais críticos relativamente à erosão (gráfico 1). Nesta altura, a influência da retenção de sedimentos por parte do molhe Norte da barra do porto de Aveiro ainda não se fazia sentir e o abrandamento da erosão em meados da década de 60, permitiu que quase toda a área em estudo se mantivesse relativamente estável, apresentando uma taxa média de recuo de 1 m/ano (tabela 11).

Gráfico 1 – Valores absolutos de recuo do cordão dunar litoral entre 1958 e 1970



Observando por sectores e por períodos de tempo verifica-se que entre 1958 e 1970 (gráfico 1), só se verificou erosão significativa na parte Norte da praia da Vagueira. Neste período, foi o sector Norte que apresentou a maior taxa média de recuo do cordão dunar, na ordem dos 46 m. O valor máximo atingido foi de 61 m, verificando-se uma diminuição progressiva para Sul. Os valores de recuo bastante elevados neste sector, já nesta década, denunciam uma zona de elevada fragilidade que não são uma consequência directa da construção dos molhes do porto de Aveiro, pois seria de esperar que se apresentasse uma continuidade da erosão costeira provocada por estes proveniente de Norte, o que não se verifica, como é possível observar no gráfico 1. Aliás, a fragilidade deste sector pode ser o resultado da ocupação sazonal em 1958 e fixa já em 1970, de um núcleo de pescadores que aí praticava a Arte Xávega. A utilização de animais de porte robusto como os bois, o arrasto das redes de pesca, podem facilmente promover o desmantelamento do cordão dunar desta zona restrita.

Relativamente ao sector Enrocamento, que nesta época ainda não existia, as taxas médias de recuo vão progressivamente diminuindo para Sul (gráfico 1), apresentando um valor de aproximado de 25 m, ou seja, um recuo de 2m/ano (tabela 11). O valor de recuo mais elevado regista-se logo no início deste sector, 59 m, em continuidade dos valores registados ainda no sector Norte.

Ao contrário do que se verifica nos sectores anteriores, o sector Entre Esporões apresenta uma taxa média positiva, ou seja, uma acreção média de 1.5 m. Embora no início deste sector os valores sejam ainda negativos, na ordem dos 10 m, a tendência positiva para Sul, confere-lhe uma relativa estabilidade e uma ligeira acreção. Esta situação verifica-se uma vez que, em 1958, este sector está quase completamente desprovido de cordão dunar frontal, observando-se apenas a existência de domos e de algumas dunas embrionárias, ao contrário da situação em 1970 em que se observa já um cordão dunar frontal robusto e estabilizado. Esta recuperação pode ser uma possível consequência do abrandamento do processo erosivo resultante da estabilização volumétrica (em termos médios) do banco da barra de Aveiro. Segundo o POOC CL (Hidrotécnica Portuguesa, 1998), entre 1962 e 1964, terminou a fase de engordamento continuo do banco exterior, sendo lógico admitir que a partir dessa data as praias a Sul recomeçassem a ser alimentadas com volumes significativos de areia transportada naturalmente da praia de S. Jacinto. Outra possibilidade é o facto de que em 1958, na altura em que a fotografia aérea foi registada,

possa ter existido um episódio de tempestade que poderá ter destruído o cordão dunar frontal, tendo depois este recuperado naturalmente até 1970.

No sector Sul, o recuo médio correspondeu a 0.25 m/ano, num total de 3 m em 12 anos, para os quais também contribuiu uma ligeira acreção na parte intermédia deste sector (tabela 11) (gráfico 1). Tal como no sector anterior, o cordão dunar frontal está parcialmente destruído em 1958, não sendo de excluir a possibilidade de ocorrência de um temporal de grande intensidade, associado à tentativa de abertura de um canal, o qual terá ocorrido várias vezes após a individualização da laguna de Aveiro.

3.3.2. 1970 – 1998

O período entre 1970 e 1998 é o mais difícil de ser analisado relativamente às taxas médias de recuo do cordão dunar frontal, uma vez que compreende 28 anos, nos quais se registaram intensas alterações, tanto morfológicas como paisagísticas, resultantes do aumento da pressão humana nas zonas costeiras.

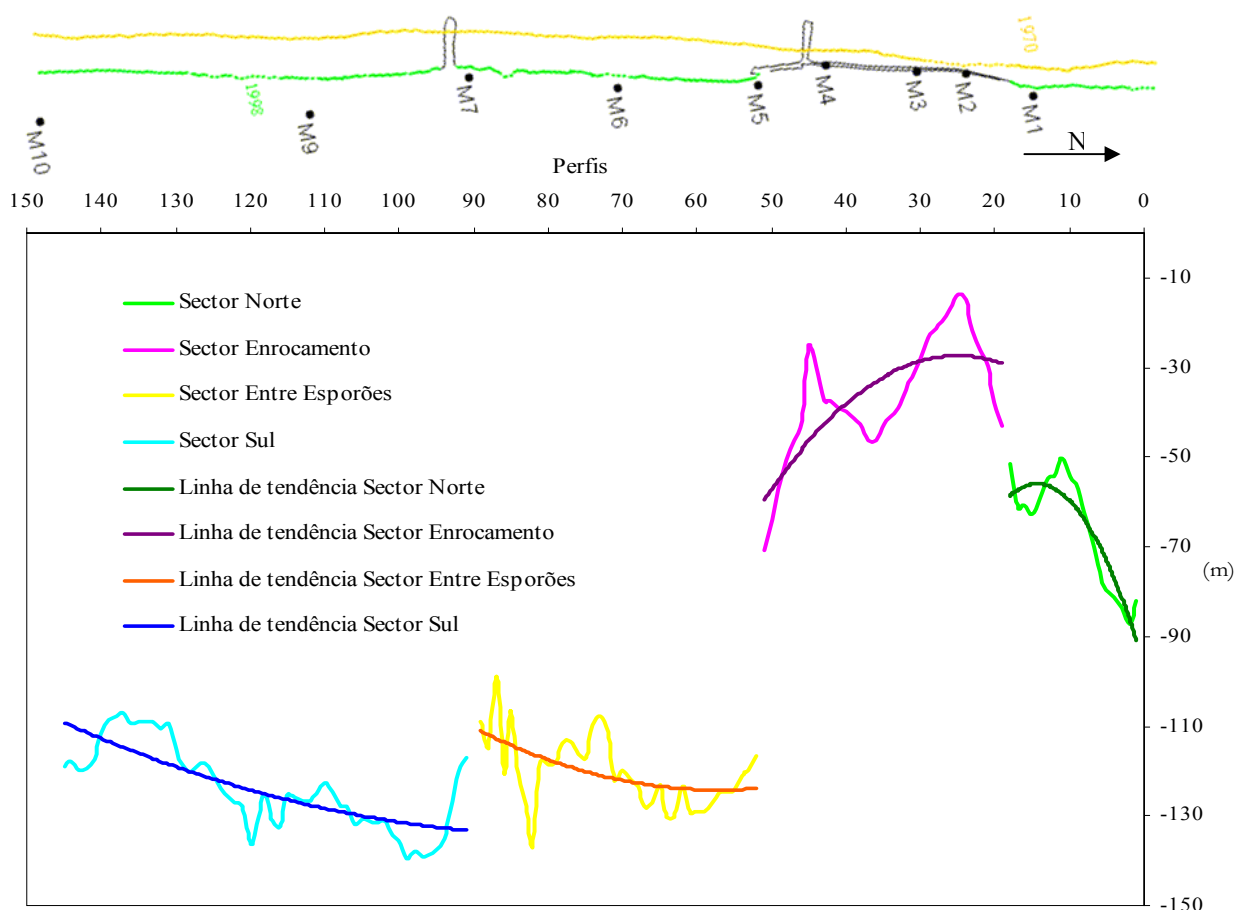
O aumento intensivo da erosão em toda a área a Sul da Barra de Aveiro levou à necessidade de construção de obras de defesa costeira, nomeadamente o campo de esporões da Costa Nova do Prado em 1972/1973. Este veio reduzir ainda mais o fornecimento de sedimentos nas praias a Sul, situação que afectou gravemente a praia da Vagueira, levando à necessidade de proteger a mesma.

Esta época é sem dúvida a que apresenta os maiores valores de recuo do cordão dunar na Praia da Vagueira, o que levou à necessidade de realizar obras de defesa costeira, sempre resultado de uma situação de emergência, sobre a qual era preciso actuar. A taxa média de recuo de toda a área é de 94.54 m (tabela 11).

Ao analisar o gráfico 2 correspondente a este período por sectores, é possível verificar que o sector Norte apresenta uma tendência para uma diminuição dos valores de recuo, que se apresentam bastante elevados excepto entre os perfis número 10 e 20, local onde no período anterior já se registava alguma fragilidade (gráfico 2). Segundo Pereira (2002), o recuo dunar nesta zona atingiu, entre Outubro de 1997 e Outubro de 1998, os 5.02 m. Esta situação pode resultar de uma continuidade das elevadas taxas de recuo que se apresentam para este período de tempo entre a Costa Nova do Prado e a praia da Vagueira, estudadas por outros autores. A contínua retenção de sedimentos no molhe Norte da barra

de Aveiro, tal como o campo de 11 esporões da Costa Nova, construído em 1972/1973, levaram à diminuição do volume de sedimentos fornecidos a estas praias. No entanto, neste sector, a tendência é para uma diminuição dos valores de recuo, apresentando uma taxa média de 2.3 m/ano (tabela 11) (gráfico 2). Esta tendência pode ser resultado da construção do esporão da Vagueira em 1979. O efeito desta obra veio diminuir consideravelmente a erosão neste sector, tal como no sector do enrocamento. Segundo Ferreira & Dias (1997) o esporão foi responsável pelo aumento, em cerca de 20 m, da largura da praia em frente à localidade no primeiro ano da sua construção.

Gráfico 2 – Valores absolutos do recuo do cordão dunar frontal entre 1970 e 1998



Embora a taxa média do sector Enrocamento tenha sido de apenas 1.3m/ano, de 1970 a 1998, chegaram a verificar-se valores absolutos de recuo de mais de 70 metros, no local onde viria a ser construído o esporão da Vagueira (tabela 11). Calcula-se que este

valor tenha sido atingido ainda antes da construção do esporão numa tentativa de defender a recente frente urbana da Vagueira.

Após o prolongamento do molhe Norte da barra do porto de Aveiro entre 1983 e 1987, devido à sua quase colmatação por sedimentos, a erosão costeira a sotamar tornou-se ainda mais intensa. Este acto levou à necessidade de mais uma vez defender a frente urbana da Praia da Vagueira com a construção de um enrocamento finalizado em 1984. O esporão e o enrocamento associado vieram estabilizar este sector, como é possível observar comparando os voos de 1998 e 2002 (gráfico 3).

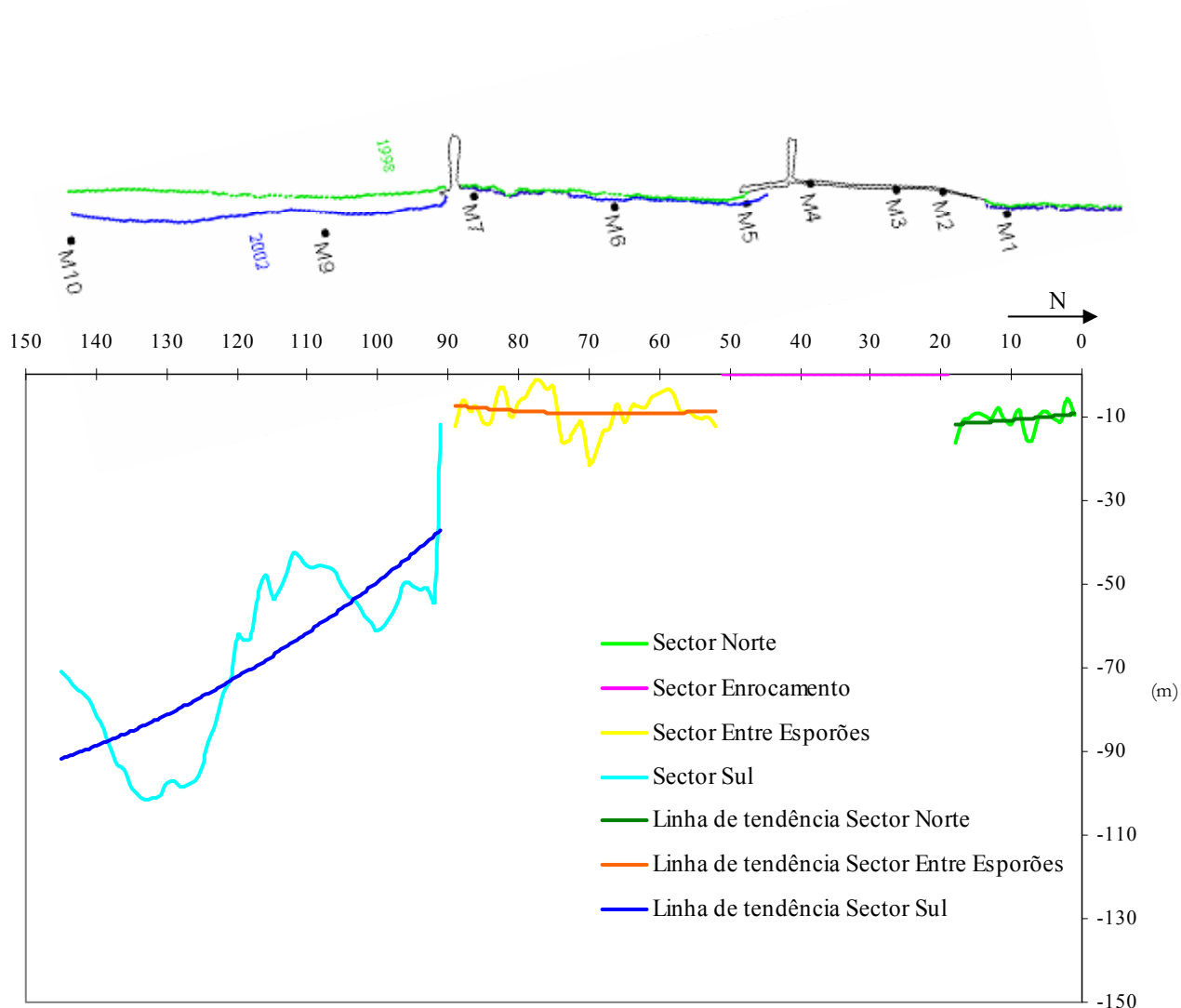
É também através da comparação com os voos de 1998 e 2002, que é possível concluir que o recuo médio total de 120.3 m obtido no sector Entre Esporões entre 1970 e 1998 (tabela 11) (gráfico 3), referem-se ao período anterior à construção do esporão do Labrego em 1992. A construção deste permitiu, então, a estabilização do sector entre 1998 e 2002.

No sector Sul, as taxas médias de recuo encontram-se muito próximas das do sector anterior, tal como se observa na linha de tendência de ambos os sectores e com o mesmo recuo médio de 4.3m/ano (tabela 11) (gráfico 2). Apenas na zona de sombra do esporão se verifica um aumento, que atinge valores máximos absolutos de -139.3m. Segundo Boto (1997), de Fevereiro de 1996 a Abril de 1997, a linha de costa neste sector recuou 7.68 m. De acordo com Pereira (2000), entre Outubro de 1997 e Outubro de 1998, este sector obteve um recuo efectivo de 13.7 m. Estes valores indicam que após a construção do esporão do Labrego, o sector sofreu um aumento das taxas de recuo, que se foram agravando de ano para ano.

3.3.3. 1998 – 2002

Entre 1998 – 2002, todos os sectores que tinham sofrido intervenções de defesa costeira apresentam-se aparentemente estabilizados, embora apresentando ainda taxas de recuo assinaláveis (gráfico 3).

Gráfico 3 – Valores absolutos do recuo do cordão dunar frontal entre 1998 e 2002



No sector Norte, a erosão ainda se faz sentir, uma vez que é uma zona composta por dunas costeiras naturais de elevada fragilidade (gráfico 3). Neste período, foi construída uma «Super Duna» (fig. 11) imediatamente na retaguarda do cordão dunar natural, com o mesmo tipo de materiais dos enchimentos anteriores. O sector, tal como acontece a Norte até à Costa Nova, tem vindo a sofrer um processo de erosão contínuo que, entre 1998 – 2002, atingiu uma taxa média de 2.6m/ano (tabela 11).

No sector Enrocamento, não há alterações significativas uma vez que a “linha de costa” foi medida pela base do enrocamento (gráfico 3).

O sector Entre Esporões mostra-se relativamente estabilizado, apontando para uma diminuição significativa das taxas médias de recuo do cordão dunar frontal (gráfico 3). A partir de 1998, devido às elevadas taxas de recuo que este sector apresentava e aos

sucessivos galgamentos, com o consequente desmantelamento do cordão dunar, procedeu-se à construção de um dique arenoso na quase totalidade do sector. No entanto, a proximidade da base do dique com a linha de preiamar, a mobilidade dos sedimentos por acção dos ventos e do mar e a falta de condições de acesso pedonal apropriadas às praias, conduz gradualmente ao desmantelamento do mesmo. Verifica-se, então, que este sector continua a sofrer um processo erosivo intenso, com uma taxa média de recuo de 2.2m/ano (tabela 11). O valor máximo de recuo neste sector foi de 21.3 m.

Nos últimos quatro anos, é sem dúvida o sector Sul da Praia da Vagueira que apresenta as taxas médias de recuo mais elevadas, tornando a situação deste sector bastante preocupante. A taxa média foi de 67.1 m, o que se traduz num recuo do dique arenoso de 16.7m/ano (tabela 11). O máximo valor absoluto atingido chegou aos 101.4 m, na área mais sujeita a galgamentos.

Ao analisar estes valores, não é possível admitir que estes sejam em exclusivo provocados por factores naturais, mas também, pela acção humana. Em 1998, aquele sector apresentava ainda um cordão dunar natural, embora com arribas de erosão e, frequentemente, sujeito a galgamentos. No entanto, em 2002 o sector caracteriza-se, na sua totalidade, pela presença de um dique arenoso artificial, não estabilizado que, em determinadas situações de temporal e/ou de preiamares vivas, é frequentemente galgado. Quando isto acontece, tem-se procedido a repetidas intervenções de emergência, reconstruindo e recuando, cada vez mais, o dique. Numa tentativa de controlar e estabilizar este sector, foi iniciado, em Dezembro de 2002, a construção de um novo esporão na praia do Areão, a Sul da área em estudo.

3.3.4. 1958 – 2002

Na tabela 11 apresentam-se as taxas médias de variação do cordão dunar frontal por cada período de tempo e por sector. De uma forma geral, é sem dúvida o sector Sul que apresentou as taxas de recuo médias anuais mais elevadas, principalmente nos últimos anos (1998 – 2002). O recuo de quase 200 m do cordão dunar frontal entre 1958 e 2002 a Sul do esporão do Labrego reflecte o fenómeno gravíssimo da erosão costeira na linha de costa desta área e a falta de medidas eficazes de gestão costeira adequadas.

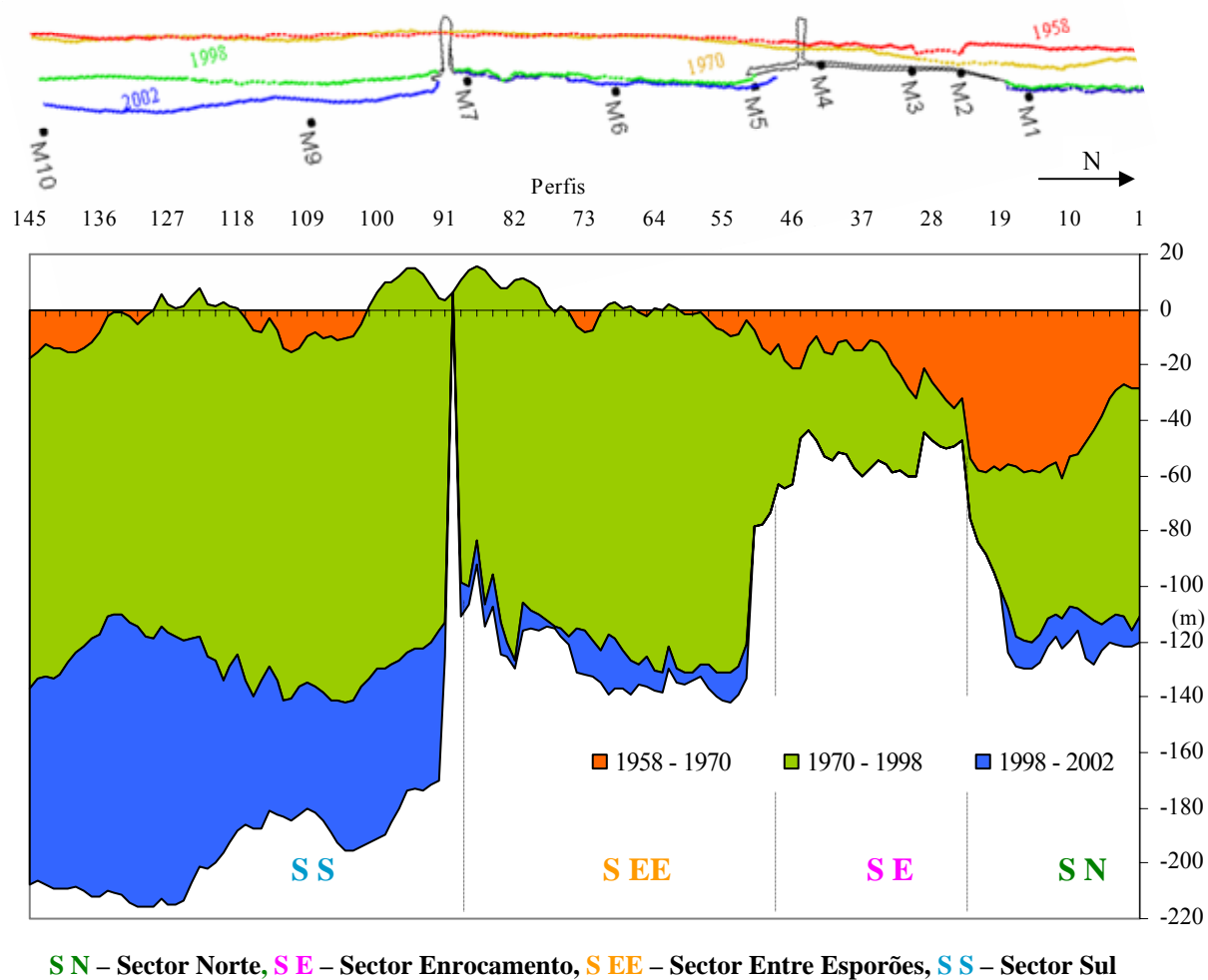
Tabela 11 – Taxas médias de variação em metros do cordão dunar frontal na Praia da Vagueira entre 1958 e 2002

Sectores	1958-1970		1970-1998		1998-2002	
	m/ano	Total	m/ano	Total	m/ano	Total
Norte	-3.8	-46.7	-2.3	-65.8	-2.6	-10.7
Enrocamento	-2	-24.9	-1.3	-36.4	0	0
Entre Esporões	+0.1	+1.5	-4.3	-120.3	-2.2	-8.9
Sul	-0.25	-2.9	-4.3	-121.5	-16.7	-67.1
Total m/ano	-1.0		-3.3		-7.2	
Total	-12.4		-94.5		-29.1	

(+ acreção; - recuo)

No gráfico 4 é possível observar os valores cumulativos de recuo do cordão dunar frontal de 1958 a 2002. Uma das consequências mais notórias deste gráfico é a influência das obras fixas de protecção costeira, principalmente na amplificação das taxas de recuo a sotamar das obras transversais, sendo possível visualizar o elevado recuo da linha de costa que a Praia da Vagueira registou na última metade do século passado (mapa 5 – anexo II).

Gráfico 4 – Valores cumulativos em metros de recuo do cordão dunar frontal entre 1958 e 2002



3.4. OCUPAÇÃO DO SOLO

O litoral é sem dúvida a zona mais densamente povoada, mais rica e com maior dinamismo do país. No entanto, a intensidade de exploração e a sua ocupação desordenada põem em risco alguns recursos, ameaçam os equilíbrios ecológicos e descaracterizam importantes extensões do território. A degradação da paisagem litoral tem sido consequência do aumento crescente de construção e da pressão urbanística nas áreas envolventes, invadindo e destruindo o cordão dunar com danos e marcas irreversíveis em todo o litoral, aliadas a um acentuado recuo da linha de costa. Esta degradação tem sido acompanhada por alterações no uso e ocupação do solo na faixa costeira.

O processo de ocupação humana nas zonas costeiras acarreta actividades que implicam a modificação das formas de uso do solo: transformação de florestas em áreas agrícolas e urbanas, criação de zonas industriais onde se concentram processos que resultam na emissão de gases, aterros, desmatamentos, etc.

A ocupação desordenada da zona costeira, a construção de obras fixas de protecção costeira, a substituição da vegetação nativa, bem como a urbanização, potenciam a ocorrência de processos erosivos. A substituição de espécies nativas por plantas menos densas acaba por propiciar menor protecção ao solo, acelerando a erosão, resultando em perdas de solo fértil. Assim, as alterações no uso do solo têm provocado modificações no comportamento das bacias hidrográficas e consequentemente nas zonas costeiras, alterando o transporte de sedimentos e de água doce nas embocaduras dos rios.

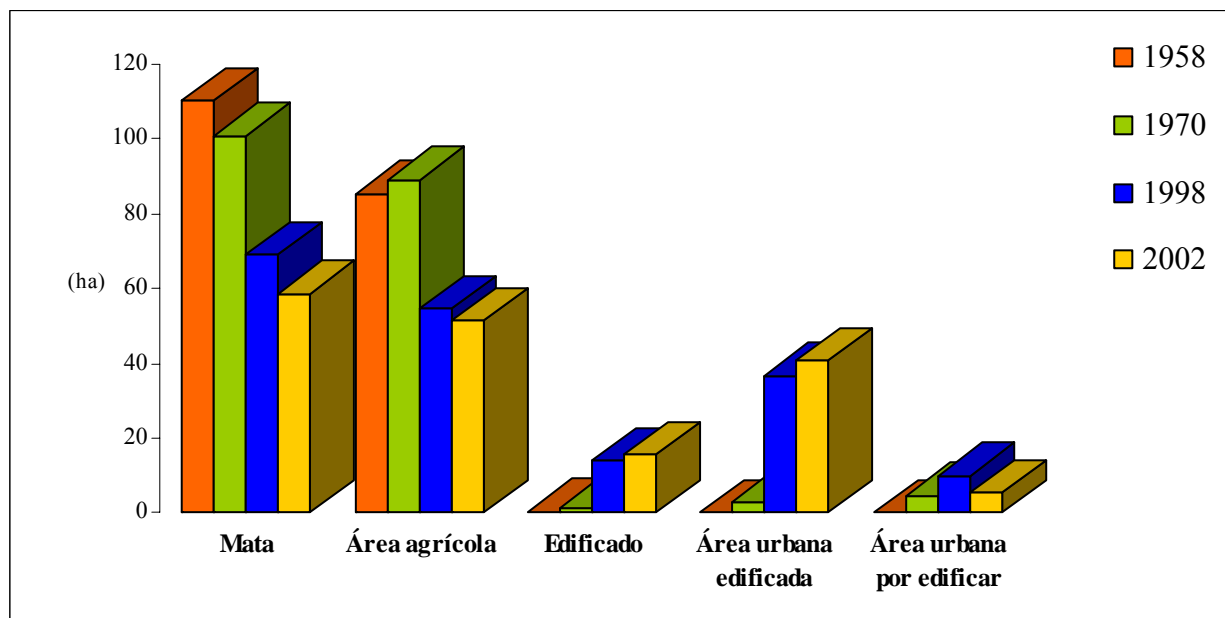
A Praia da Vagueira é um exemplo notório da pressão urbanística e demográfica do litoral português, que tem vindo a crescer drasticamente nos últimos anos. Conforme é possível observar nos mapas 1, 2, 3 e 4 (anexo II) e no gráfico 5, esta zona tem sofrido alterações profundas tanto na ocupação como no uso do solo.

Ao analisar o gráfico 5, verifica-se, de forma geral, uma perda de solo ocupado por matas e áreas agrícolas e um ganho nas áreas edificadas, tanto construídas como por construir.

De 1958 a 2002, o solo ocupado por mata foi reduzido em cerca de 50 hectares. A mata tem um papel muito importante na protecção das dunas do litoral e no abrigo contra os ventos marítimos e o sal por eles transportado. Todo o coberto vegetal existente na faixa

mais próxima do mar tem o efeito duma barreira protectora, imprescindível para que possa haver um bom desenvolvimento dos pinhais e culturas situados para o interior.

Gráfico 5 – Evolução da ocupação do solo na praia da Vagueira entre 1958 e 2002



A área agrícola, ao contrário da área ocupada por mata, regista um aumento de 1958 para 1970 de cerca de 3 hectares, resultado do progressivo assoreamento do Canal de Mira. No entanto, em 1998, grande parte da área reservada à agricultura, surge ocupada pela construção do aglomerado urbano. Devido ao abandono das práticas agrícolas e consequente declínio do sector primário que caracterizaram a sociedade portuguesa nestas décadas, verifica-se, também, o abandono de algumas explorações, denominadas Quintas, que caracterizam esta área, traduzindo-se em áreas incultas. No total, verifica-se uma perda de área agrícola de quase 40 hectares durante todo o período em estudo.

O intenso processo de urbanização que afectou a Praia da Vagueira a partir da década de 80 é bem visível no gráfico 5. Tanto em 1958 como em 1970 o número de construções não tinha ainda significado, sofrendo um aumento drástico em 1998, continuando a aumentar em 2002. Este processo é paralelo ao processo da área urbana edificada, que em 2002 ocupa uma área de cerca de 40 hectares, sendo o aumento proporcional ao registado para o edificado. No entanto, a área urbana por edificar regista também um aumento progressivo até 1998, diminuindo em 2002, o que significa que esta área, que em 1998 era

classificada como tal, entre 1998 e 2002 foi ocupada por construções tornando-se área urbana edificada em 2002.

A expansão de áreas urbanas implica a transformação de áreas verdes em loteamentos, que durante a fase de construção exige obras de terraplanagem. A área desnudada sofre directamente a acção de intempéries, o que provoca a erosão do solo. A urbanização é responsável pela impermeabilização de grandes áreas, o que aumenta a parcela de escoamento superficial directo devido à diminuição da infiltração. Isto provoca uma mudança de regime do escoamento local mais drástica do que aquela provocada pelo desmatamento.

O crescimento exponencial da pressão demográfica sobre a faixa costeira, acompanhado pela explosão desordenada das actividades turísticas, contribuiu sobremaneira para a sua descaracterização e sobretudo para a degradação das zonas costeiras, com as consequências que se lhe encontram associadas.

A descaracterização da paisagem e a criação de barreiras visuais, entre o interior e o mar, levam ao desaparecimento da paisagem litoral e de ecossistemas valiosos e à substituição das construções características de cada troço de faixa costeira por blocos de betão. Assim, nos núcleos piscatórios começaram a surgir características resultantes de movimentos sazonais de carácter turístico com os seus inevitáveis contrastes. A par das construções tradicionais apareceram outras incaracterísticas e desenquadradas do ambiente urbano tradicional. As actividades primárias, demasiado penosas e pouco lucrativas, foram sendo substituídas por outras, associadas ao turismo e aos serviços.

3.4.1. Aglomerado da Praia da Vagueira

O aglomerado da Praia da Vagueira localiza-se no litoral do concelho de Vagos, na freguesia da Gafanha da Boa Hora. Este aglomerado ocupa uma faixa que se estende no sentido Norte-Sul, com aproximadamente 600 metros, localizando-se numa área de baixa altitude, que varia entre os 5 e os 10 metros.

A Praia da Vagueira como aglomerado é de formação muito recente e, conforme se pode verificar na cartografia de 1958, era apenas um pequeno núcleo de pescadores de ocupação sazonal, sendo ocupada essencialmente por terrenos agrícolas (fig. 13). As construções existentes na altura eram os típicos palheiros de pescadores, feitos de madeira

e assentes em estacas, situados junto à linha de costa. A falta de vias de comunicação e de transportes colocavam a barreira arenosa, separada do interior pela laguna, bastante isolada. Mesmo em 1970, ainda não se observa um aglomerado propriamente dito, embora, junto à linha de costa, já existam terrenos loteados e alguns edifícios construídos. Estes são o resultado da abertura e construção da estrada EN 109-7 ao longo da margem esquerda do canal de Mira, da ponte da Vagueira, em 1965, e da posterior avenida em direcção ao mar. Este desenvolvimento foi também possível devido às facilidades que a Câmara Municipal de Vagos promoveu com a venda de terrenos junto à linha de costa.

Em 1970 podem individualizar-se dois núcleos na Praia da Vagueira (fig. 13): um junto à linha de costa, já com características urbanas, devido à sua organização em lotes, e outro localizado junto ao canal de Mira, resultado da construção da ponte da Vagueira e da estrada Costa Nova do Prado – Areão. Calcula-se que a formação deste aglomerado resulte da fixação dos pescadores e dos proprietários agrícolas que, com a maior mobilidade e acessibilidade existente nesta área, tenham decidido instalar-se junto ao seu local de trabalho. A mudança de mentalidades relativa ao turismo balnear, associada ao crescente uso dos veículos automóveis, induz também a uma maior procura por estes locais e à consequente construção de residências secundárias. Observa-se, também nesta data, a abertura de caminhos por entre os campos agrícolas que mais tarde irão definir a estrutura organizacional da Praia da Vagueira.

Em 1998 surge um aglomerado já de características urbanas propriamente ditas (fig. 13). As potencialidades paisagísticas da Vagueira aliadas à facilidade de obtenção de terrenos, dado a zona ainda não ser muito explorada, levaram a uma construção desenfreada.

Segundo o PDM de Vagos (Hidroprojecto, 1997), o desenvolvimento rápido deste aglomerado dá-se, principalmente, a partir da década de 80, com características urbanas bastante vincadas. Embora sendo um aglomerado de pequenas dimensões, esta urbanidade é-lhe conferida pelo tipo de ocupação, onde já prevalecem edifícios de ocupação colectiva, diversos estabelecimentos comerciais, espaços públicos, e principalmente, pelo traçado e características geométricas dos arruamentos. De acordo com o PDM (Hidroprojecto, 1997), este aglomerado, cujo crescimento resultou de uma operação planeada, destaca-se pelo seu traçado regular.



Figura 13 – Evolução do núcleo urbano da Praia da Vagueira entre 1958 e 2002

A forte dinâmica construtiva e a pressão sobre os terrenos disponíveis levaram a Câmara Municipal de Vagos a elaborar o Plano de Pormenor da Praia da Vagueira, aprovado a 15 de Junho de 1989. No entanto, surgiram alguns atropelos nos primeiros anos da sua implantação e a entrada em vigor do PDM, em 1992, desencadeou a sua revisão.

Esta preconizou a regularização de algumas situações existentes e a redefinição de determinados aspectos da proposta de implantação inicial que se revelaram desajustados, sendo o novo Plano de Pormenor ratificado em Conselho de Ministros em 1997 (Hidroprojecto, 1997). As alterações do novo Plano de Pormenor contemplam a construção de áreas habitacionais, essencialmente destinadas a segunda habitação e alguns empreendimentos hoteleiros. Em termos de infraestruturas rodoviárias, assinala-se a proposta de arranjo da via principal, que atravessará o aglomerado e onde se fixará o comércio e os principais serviços, a implementação de vias de comunicação circulares e de vias pedonais interiores. No entanto, não é possível deixar de observar que a implementação deste Plano de Pormenor representa uma ampliação considerável da área urbanizada, com fortes impactos na estrutura natural do sector, como se pode verificar pelo cálculo do Coeficiente de Ocupação do Solo (COS) para 2002, que já ultrapassa o limite imposto pela lei. O COS pode ser definido como o valor máximo do quociente entre o total da área de superfície de implantação construída e a dimensão total do terreno. Nos termos da Lei, o valor máximo do COS é de 0.3. De acordo com a cartografia elaborada, com base na fotografia aérea respeitante aos anos de 1998 e 2002, foi possível calcular o COS do aglomerado urbano da Praia da Vagueira. Em 1998, o COS da Praia da Vagueira era 0.28, no entanto, em 2002, este valor ultrapassa o definido pela lei, situando-se nos 0.31. Relativamente ao Coeficiente de Ocupação do Solo por construir da área urbana, verifica-se uma diminuição deste valor de 1998 para 2002 (10.28 e 5.88, respectivamente), o que reflecte um aumento da área urbana edificada neste aglomerado. Foi também possível calcular o Índice de Impermeabilização, resultante do somatório das superfícies de terreno ocupadas por edificações, vias, passeios, estacionamento e demais obras que impermeabilizem o terreno. Para 1998, este índice era de 17.6% e em 2002 de 22.7%, o que, mais uma vez, comprova o aumento da área urbana edificada.

Este fenómeno de rápido crescimento urbanístico confirma-se através das épocas de construção dos edifícios existentes na Praia da Vagueira. Segundo o Recenseamento Geral da População (1991), apenas existe um edifício construído antes de 1919, dois entre 1919 e 1945, subindo rapidamente para 50 edifícios entre 1946 e 1970. Entre 1971 e 1991 foram construídos 85, apresentando este aglomerado, em 1981, um total de 81 edifícios construídos e em 1991 de 138. Em apenas dez anos, ou seja, de 1991 a 2001, foram construídos mais 188, sendo no total 326 os edifícios na Praia da Vagueira.

Embora se tenha verificado um aumento progressivo do número de construções, principalmente de residências de segunda habitação devido ao turismo, o mesmo não se pode dizer em relação à dinâmica populacional desta área. Era previsível que se afirmasse que este ritmo de crescimento das construções fosse resultado de um aumento da população residente na Praia da Vagueira. No entanto, o mesmo não se verificou de 1981 a 1991². Em 1981, o total da população residente era de 120 e o número de famílias era de 34, diminuindo drasticamente para 77 e 23, respectivamente, em 1991 (Recenseamento Geral da População, 1991). A taxa de variação corresponde em 1991 a -35.8%, colocando a Praia da Vagueira como um aglomerado de forte crescimento negativo. Este facto deve-se, provavelmente, ao fenómeno de emigração registado nesta época, e ao êxodo rural, ou seja, o abandono das actividades do sector primário e a deslocação da população para os centros urbanos. No entanto, apesar deste decréscimo da população residente, verificou-se um aumento do número de construções, o que traduz uma dinâmica populacional sazonal, pelo facto de a maioria dos edifícios construídos, quer unifamiliares quer de habitação colectiva, corresponderem também a uma ocupação sazonal, que se prende com as características balneares da zona em que se insere.

O mesmo não se verificou de 1991 a 2001, em que se regista um forte crescimento populacional, aumentando o número total da população residente para 405 e o das famílias para 151 (Recenseamento Geral da População, 2001). Nesta década, observa-se o fenómeno inverso da anterior, uma vez que cada vez mais há uma procura generalizada de alternativas aos centros urbanos congestionados e inflacionados e em que a Praia da Vagueira começa a funcionar como um “dormitório” da população que exerce as suas funções profissionais em Aveiro. No entanto, destacam-se as características sazonais deste aglomerado que, na época balnear, chega a atingir cerca de 1000 a 1500 residentes (Hidrotécnica Portuguesa, 1998).

Embora se verifique o aumento de população, aliado a uma nova função do aglomerado, a Praia da Vagueira está deficientemente servida de vias de comunicação, sendo apenas acessível por estradas municipais, também resultado da sua localização. A

² Só é possível caracterizar a dinâmica populacional deste aglomerado a partir de 1981, uma vez que anteriormente este ainda não era considerado um lugar, só sendo introduzido nos Recenseamentos Gerais da População a partir desta data.

EN 109-7 é a única via de suporte de todas as deslocações Norte-Sul, o que acarreta graves problemas de tráfego, em especial na época balnear.

A confirmar a ocupação essencialmente destinada ao turismo balnear, regista-se que as próprias funções centrais existentes estão vocacionadas para servir uma procura sazonal: das 54 unidades funcionais existentes, cerca de 50% são restaurantes e cafés, os quais, em grande parte, estão encerrados na maior parte do ano (Hidroprojecto, 1997). Mesmo em termos de equipamentos, o aglomerado sofre várias carências, nomeadamente, de equipamentos de apoio social, obrigando a população a deslocar-se para aceder a determinados serviços básicos. No entanto, sendo um aglomerado vocacionado para o turismo balnear, e com uma ocupação sazonal bastante elevada, é de estranhar a falta de equipamentos turísticos, que se resumem ao Parque de Campismo, a 3 km da Praia da Vagueira e o Parque Aquático, junto ao esporão do Labrego.

Em termos de actividades económicas de base, a população da Praia da Vagueira vive essencialmente do turismo, sendo de prever que se intensifiquem as condições para o seu desenvolvimento, uma vez que esta está inserida numa área com potencialidades paisagísticas e de interesse para a localização de actividades de recreio e lazer nas margens da Ria de Aveiro e na faixa litoral, desde que se tomem as devidas medidas para controlar o processo erosivo da linha de costa nesta área.

CAPITULO 4

VARIAÇÃO MORFOLÓGICA ANUAL DA PRAIA EMERSA

4.1. INTRODUÇÃO

O estudo das variações morfológicas da praia é uma mais valia no diz respeito à compreensão e previsão do comportamento das praias durante um determinado período de tempo, reflectindo as condições sedimentares e de agitação marítima em que o troço em estudo se insere. No entanto, os resultados podem variar consoante o objectivo do estudo e a escala de tempo escolhida.

A morfologia da praia foi definida por Wright & Thom, 1977 (in Short, 1999) como um mútuo ajustamento da topografia e das dinâmicas de fluidos face ao transporte de sedimentos. Esta definição implica que a topografia da superfície da praia se transforme consoante os movimentos dos fluidos produzidos pelas ondas, marés e outras correntes, que, por sua vez, vai influenciar os processos das ondas e das marés. As propriedades essenciais dos processos morfodinâmicos costeiros são as relações entre a topografia e as dinâmicas de fluidos que levam ao transporte de sedimentos promovendo as alterações morfológicas (Short, 1999). Este processo envolve interacções entre as ondas e as correntes e os sedimentos da praia, que promovem o transporte de sedimentos junto ao fundo ou em suspensão, construindo ou destruindo diversas morfologias na face da praia.

Morfologicamente, estudos efectuados em diversas partes do mundo mostram que a praia depende das características sedimentares, das marés, da ondulação antecedente e imediata, das condições do vento e do estado anterior da praia, sempre frequentemente relacionada com as estações do ano, variando ciclicamente. Estas variações morfológicas cíclicas que se verificam na praia, como resposta às mudanças dos processos costeiros, estão frequentemente relacionadas com as estações do ano: a agitação marítima mais intensa no Inverno provoca erosão da praia, enquanto que a ondulação de Verão a reconstitui, obtendo-se perfis de praia de características diferentes (fig. 14). Entre estes dois extremos o perfil da praia vai sendo caracterizado por estados intermédios entre estes dois padrões, podendo variar, segundo Masselink & Short (1993) (in Short, 1999), entre oito estados de perfil de praia.

O perfil dissipativo, perfil de temporal ou de Inverno ocorre quando as condições de agitação marítima são energéticas, provocando alterações profundas na morfologia da praia, induzindo a remoção dos sedimentos da praia emersa e o seu transporte para a praia submersa, com formação de barras arenosas. O perfil dissipativo caracteriza-se pela sua

regularidade, visto que não possui bermas. É, geralmente, côncavo e com um pendor médio pouco elevado. Neste perfil não se diferenciam três sectores, existindo apenas a alta praia e a baixa praia ou, somente, a baixa praia que contacta directamente com o cordão dunar frontal. Com frequência é possível observar escarpas de erosão, talhadas na alta praia (Ferreira, 1993).

O perfil reflectivo ou também chamado de perfil de verão ou de calmaria desenvolve-se quando ocorrem períodos prolongados de calmaria em que a ondulação é pouco energética, ocorrendo então um transporte de sedimentos, sobretudo na zona submersa. Este transporte é responsável pelo deslocamento de material de pequenas barras arenosas submersas para a praia emersa e pela formação de bermas, dando à praia um aspecto convexo.

Na praia com perfil reflectivo podem diferenciar-se três sectores (Ferreira, 1993):

- a alta praia, que corresponde ao extremo interno da praia emersa, ou seja, a parte superior da praia com declive acentuado, que promove o contacto desta com a duna frontal ou arriba, através de uma superfície inclinada para o mar, aplanada sobre a qual podem existir antedunas ou dunas embrionárias. Por vezes, este sector não existe, sendo o contacto praia/duna promovido pela média praia. Em regra, é constituída por materiais com média granulométrica superior a qualquer outro sector da praia e, também com maior desvio padrão (Moreira, 1984)

- a média praia, que corresponde à zona intermédia da praia emersa, é constituída por uma ou mais superfícies aplanadas, com inclinação muito suave para terra, separadas por pequenas rupturas de pendor. A média praia prolonga-se desde o limite externo da alta praia até à crista da berma mais externa;

- a baixa praia, que corresponde à zona entre a crista da berma mais externa e o nível da baixa mar de marés vivas, sendo geralmente, ligeiramente côncava e com pendor relativamente acentuado para o mar. O material encontrado neste sector é, normalmente, fino, podendo, no entanto, aparecer materiais grosseiros transportados longitudinalmente (Moreira, 1984).

Entre estes perfis extremos ocorrem vários estádios intermédios, que surgem devido a mudanças de maré, que provocam, normalmente, a migração das barras arenosas, verificando-se a ocorrência cíclica de uma fase de erosão e outra de acreção (fig. 14).

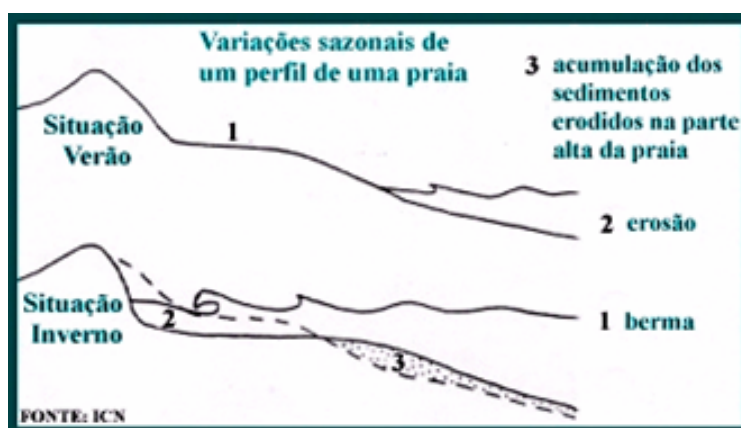


Figura 14 – Variações sazonais do perfil de praia (adaptado do ICN)

Há, contudo, outros estudos que indicam que o ciclo de erosão da praia e a sua recuperação não depende exclusivamente das estações do ano, já que os temporais podem ocorrer ao longo de todo o ano, não se confinando só ao Inverno, a fase de erosão (Short, 1999).

A construção de diversas microformas ou morfologias de praia tem o seu início na ondulação. Quando as ondas atingem pequenas profundidades dá-se um atrito sobre o fundo, reduzindo a sua velocidade, originando então a refração das ondas, as quais, se obliquas à costa, formam uma corrente longitudinal fluindo paralelamente à costa. Além deste efeito de atrito, o encurtamento do comprimento da onda e o aumento da sua altura e declividade, provocam o colapso da onda, rebentando. A rebentação da onda propaga-se, então, através da praia sob a forma de jacto de rebentação, em que o fluxo e refluxo deste jacto sobre a praia originam as correntes em zig-zag, promovendo o movimento dos sedimentos na praia (Granja, 1995).

A corrente longitudinal, que circula na zona de “surf”, é responsável pelo transporte de sedimentos paralelamente à praia, sobretudo como carga de fundo, mas também em suspensão (Granja, 1995), que, associada à corrente do jacto de rebentação, promove o transporte de sedimentos em ziguezague entre a praia propriamente dita (“foreshore”) e a zona de rebentação.

Observam-se, também, as chamadas correntes de retorno (“rip currents”) alimentadas pela corrente longitudinal, que partem da praia, sob estreitos fluxos de água,

em direcção ao largo onde se espraíam, podendo atingir consideráveis distâncias (Granja, 1995).

Estes mecanismos estão, também, sujeitos à acção das marés, que movimenta os seus limites de acção no sentido ascendente da praia durante a preia-mar e no sentido descendente durante a baixa-mar. Tal facto origina uma migração periódica das formas (de erosão e acreção) da praia (Granja, 1995).

Estas correntes tomam assim, um papel importante na formação e destruição das microformas observadas na praia, entre as quais se destacam as bermas, os sistemas de crista e canal (“Rigde and Runnel”), as escarpas de erosão e as cúspides ou crescentes de praia (“beach cusps”).

4.2. ANÁLISE MORFOLÓGICA DA PRAIA DE OUTUBRO DE 2002 A OUTUBRO DE 2003

No âmbito deste trabalho, foram escolhidos dez locais para a realização dos perfis de praia transversais mensais, a fim de analisar a variação morfológica da praia emersa e a influência das obras de defesa costeira no comportamento da mesma (fig.1). No entanto, com a reconstrução do dique arenoso em Dezembro de 2002, não foi possível efectuar os perfis de praia na estação M8, localizada imediatamente a Sul do esporão do Labrego.

De uma forma geral, todos os perfis apresentaram uma variação cíclica, mais ou menos coincidente com a tipologia de perfis antes referida, variando entre estados intermédios, consoante as condições de agitação marítima e características da praia, a estados reflectivos e dissipativos, reflectindo situações de maior erosão no período de inverno e acreção, com a formação de bermas, no verão.

Salienta-se, ainda, que durante o período em que decorreu o clima de agitação marítima não experimentou nenhuma situação extrema, ou seja, condições de temporal, apresentando um padrão característico de Inverno e Verão marítimos.

Outubro – Dezembro 2002

De uma forma geral, verifica-se que no primeiro trimestre em estudo, predominaram os processos erosivos com a sucessiva transformação do perfil reflectivo

para uma praia com características dissipativas (M1, gráfico 6-A), (M2, gráfico 7-A), (M3, gráfico 8-A), (M4, gráfico 9-A), (M7, gráfico 12-A). Esta situação vem ao encontro do esperado, devido à passagem para o inverno marítimo, em que as condições de agitação marítima são mais energéticas, promovendo a remobilização dos sedimentos da praia e a sua transferência para a barra submersa. No entanto, as estações M5, (gráfico 10-A), M6 (gráfico 11-A) e M9 (gráfico 13-A) apresentavam, já em Outubro de 2002, uma praia de características dissipativas, com a ausência de morfologias de praia, pois encontram-se na zona de sombra de ambos os esporões da área em estudo. Na estação M6 observou-se a existência de uma arribas talhada na duna, em Novembro de 2002, uma vez que o mar chegou mesmo a atingir a paliçada frontal (foto 23 e 24), verificando-se uma diminuição da cota da duna em Dezembro.

A estação M9 experimentou a 20 de Outubro de 2002, um recuo acentuado da crista do dique arenoso da ordem dos 20m (gráfico 13-A) (foto 33, 34, 39 e 40). A 27 Novembro de 2002 ocorreu um galgamento do mesmo (foto 35, 36, 41 e 45); este facto levou à necessária e urgente reconstrução do dique através do método de “Bulldozing” e de recarga de sedimentos, oriundos da praia a montante do esporão do Labrego, o qual decorreu durante o mês de Dezembro de 2002 e Janeiro de 2003 (foto 37, 42, 46 e 47) impossibilitando a realização dos perfis em Dezembro de 2002 na estação M7 (foto 29) e M9.

Na estação M10 (gráfico 14-A), as morfologias identificadas na alta praia correspondem a vestígios do cordão dunar frontal, uma vez que o dique arenoso foi construído numa posição mais recuada que o cordão original. Como se pode verificar nas fotos 49, 50 e 55, estes vestígios correspondem à zona interdunar, devido à presença da vegetação arbustiva característica destes locais.

Em Dezembro de 2002 todas as estações apresentavam características de perfil dissipativo.

Janeiro – Março 2003

Em Janeiro e Fevereiro de 2003 mantém-se em todas as estações o perfil dissipativo. Na estação M10, onde nos meses anteriores ainda se observavam vestígios do

cordão dunar (gráfico 14-A) (foto 49, 50 e 55), a partir de Janeiro este foi completamente destruído, uma vez que em períodos de preiamar o espraio das ondas atinge directamente a base do dique arenoso (gráfico 14-B) (foto 51 e 52).

Os processos de acreção tiveram início no mês de Março, onde as estações M1 (gráfico 6-B), M5 (gráfico 10-B) e M7 (gráfico 12-B) na dependência de esporões, apresentam neste mês uma berma bem desenvolvida. Embora a estação M5 esteja localizada na zona de sombra do esporão da Vagueira, o período de calmaria que se verificou no período anterior à realização do perfil terá permitido o transporte de sedimentos para a praia, promovendo a formação da berma.

Embora as estações M2 (gráfico 7-B), M3 (gráfico 8-B) e M4 (gráfico 9-B) não apresentem uma berma bem desenvolvida como nas estações anteriormente referidas, verifica-se uma tendência para a acreção. Esta acreção é mais notória na estação M4, na dependência directa do esporão da Vagueira, e menor junto ao enrocamento, estação M2. Ao contrário do esporão, que permite a acumulação de materiais a barlar, o enrocamento, numa situação de deficit sedimentar, leva ao eventual desaparecimento da praia através da erosão passiva e activa (Pilkey e Wright, 1988). Neste caso, é apenas o esporão que permite a existência de praia em frente ao enrocamento, já que, nas estações M2 e M3, o limite da preiamar, e várias vezes de baixamar, coincide com a base do enrocamento (foto 9, 10, 13 e 14). Devido a este facto, em Março de 2003 foi necessário reparar os danos provocados pela agitação marítima, junto à estação M3 (foto 15 e 16).

Nas estações M6 (gráfico 11-B), M9 (gráfico 13-B) e M10 (gráfico 14-B), as duas últimas a jusante de um esporão, mantém-se as características dissipativas. Mais uma vez, verificou-se na estação M6, localizada junto à paliçada da Vagueira, um abaixamento da cota da crista da duna em Fevereiro e Março de 2003, uma vez que as condições atmosféricas não permitem a remobilização dos sedimentos da praia para a duna e a paliçada não faz qualquer efeito devido à falta de manutenção (foto 25, 27 e 28).

Abril – Junho 2003

Entre Março e Abril verificou-se o predomínio dos processos de acreção nas estações a barlar dos esporões, M4 (gráfico 9 C/D) (foto 17), M6 (gráfico 11 C/D), M7 (gráfico 12 C/D) e fora da influência destes, M1 (gráfico 6 C/D) e M10 (gráfico 14 C/D).

Nas estações M1 e M7 observam-se bermas bem desenvolvidas que se mantêm em Maio e Junho, enquanto nas estações M6 e M10, aquelas ocorrem nos meses de Maio e Junho. No entanto, a estação M6 sofreu um processo erosivo na crista da duna, onde é possível observar uma escarpa de origem eólica no mês de Abril e um abaixamento da cota da crista de Abril para Maio, voltando a elevar-se em Junho. A crista da duna artificial tem-se revelado bastante móvel, uma vez que a superfície de exposição é bastante extensa e sem qualquer obstáculo e/ou vegetação que impeça a mobilização dos sedimentos que caracterizam este enchimento artificial (foto 27 e 28). Na estação M1 (gráfico 6-C) verificou-se, entre Abril e Maio, a formação de uma escarpa de erosão, que se acentuou em Junho, aumentando o declive da face da praia. Na estação M9 (gráfico 13-D) verifica-se, no mês de Abril, uma erosão generalizada de toda a praia, relativamente ao mês anterior; contudo, em Maio, inicia-se a recuperação, podendo em Junho observar-se uma berma bem desenvolvida. Na estação M3 (gráfico 8-B/C) sucedeu o mesmo, mas de Março para Maio. Na estação M2 verificou-se também esta situação entre Abril e Maio (gráfico 7-C). Relativamente à estação M4 (gráfico 9-B/C), registou-se também de Março a Abril uma ligeira erosão da face da praia com a acumulação dos materiais erodidos na baixa praia. Em Maio a praia recupera com a tendência para a formação de uma berma na praia alta, que se apresenta completamente desenvolvida em Junho mas com uma elevada inclinação da face da praia.

Na estação M5 (gráfico 10-C) observa-se, em Abril, a destruição da berma formada no mês anterior, devido ao aumento das condições de agitação marítima e à sua localização a sotamar do esporão da Vagueira. O mesmo episódio erosivo foi observado no mês de Maio nas estações M2 (gráfico 7-C) e M3 (gráfico 8-C) situadas sobre o enrocamento, e M9 (gráfico 13-C) na zona de sombra do esporão do Labrego. A recuperação da praia, nas estações em causa, ocorreu em Junho, resultado dos processos de acreção proporcionados pelas condições de agitação marítima; no entanto, o perfil correspondente ao mês de Junho da estação M5 não apresenta bermas, sofrendo apenas uma acreção generalizada em todo o sector da praia.

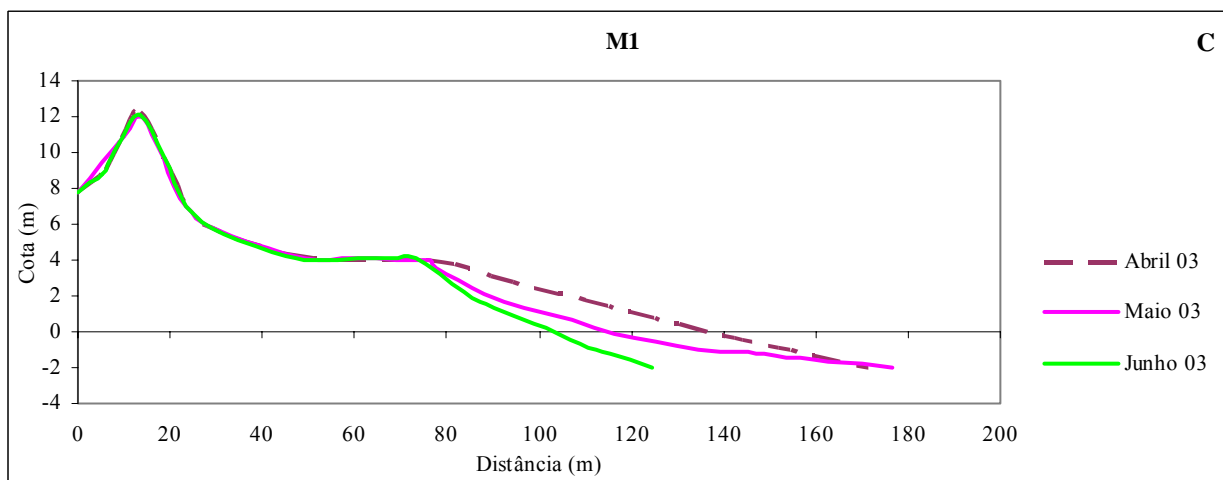
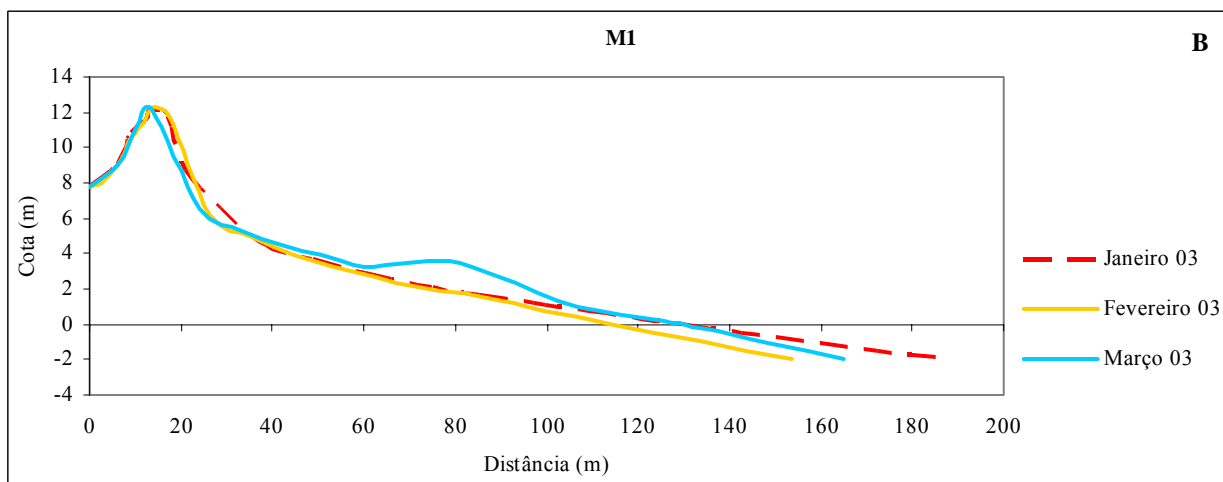
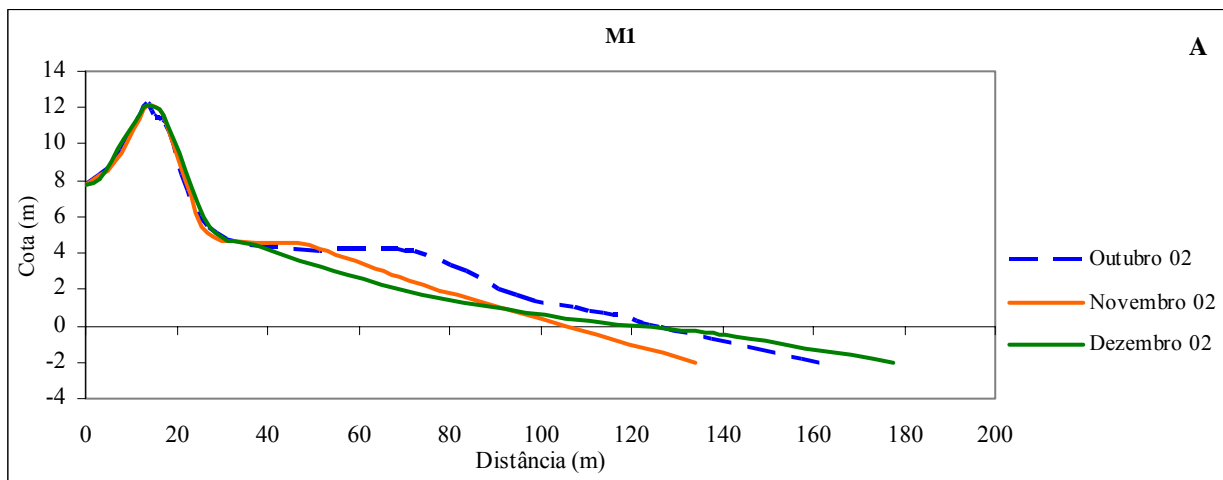
Julho – Outubro 2003

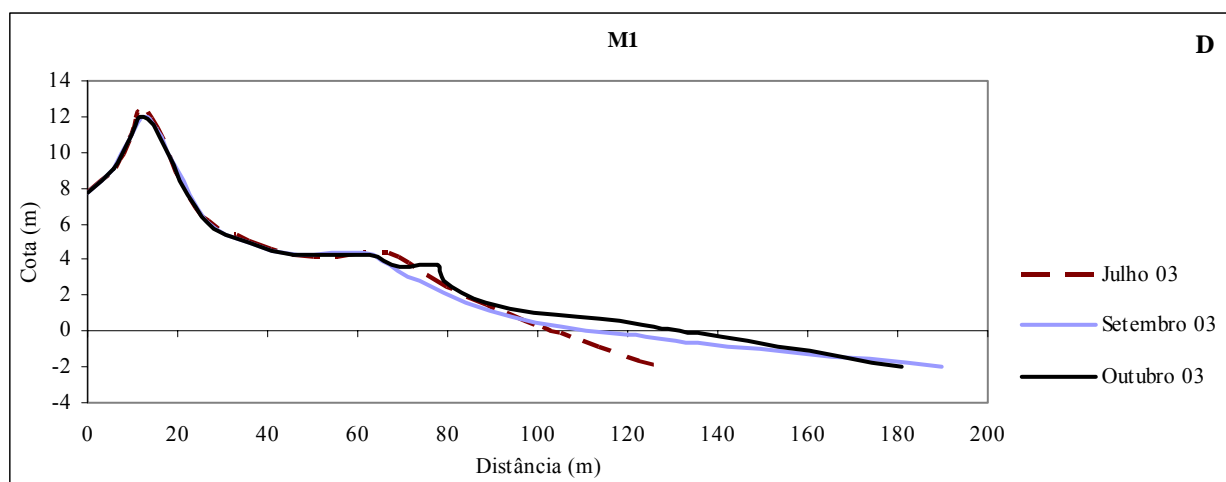
Entre Junho e Julho de 2003, verifica-se que continuam a dominar os processos de acreção nas estações a barlamar dos esporões: M3 (gráfico 8-C/D), M4 (gráfico 9-C/D), M6 (gráfico 11-C/D) e M7 (gráfico 12-C/D). Nas estações M1 (gráfico 6-C/D), M9 (gráfico 13-C/D) e M10 (gráfico 14-C/D) observa-se a formação de uma pequena escarpa de erosão associada à berma. No que diz respeito às estações M2 (gráfico 7-C/D) e M5 (gráfico 10-C/D), observa-se erosão na alta praia e a consequente deposição de materiais na baixa praia.

Entre Julho e Setembro de 2003, embora predominem ainda as características reflectivas em todas as estações, verificou-se uma ligeira erosão da berma nas estações localizadas na dependência de esporões: M1 (gráfico 6-D), M5 (gráfico 10-D), M6 (gráfico 11-D), M9 (gráfico 13-D) e M10 (gráfico 14-D). Mais uma vez na estação M6 ocorreu nesta altura uma mobilização de sedimentos para a crista da duna proporcionando uma acreção na crista da duna artificial.

Em Outubro de 2003, iniciam-se os processos de erosão com a formação de uma escarpa de erosão talhada na berma nas estações M1 (gráfico 6-D) (foto 8), M2 (gráfico 7-D) (foto 11 e 12), M3 (gráfico 8-D), M4 (gráfico 9-D), M7 (gráfico 12-D), M9 (gráfico 13-D) e M10 (gráfico 13-D) (foto 56), embora na estação M1 esta surja talhada na segunda berma da praia (gráfico 7-D). Na estação M5 (gráfico 10-D), chegou mesmo a verificar-se a erosão do dique arenoso, após o prolongamento do enrocamento, para Sul, em Setembro (foto 21).

Gráfico 6 – A, B, C, D e E – Perfis transversais realizados na estação M1





Comparação entre o primeiro e o último perfil transversal de praia realizado (Outubro de 2002 e Outubro de 2003)

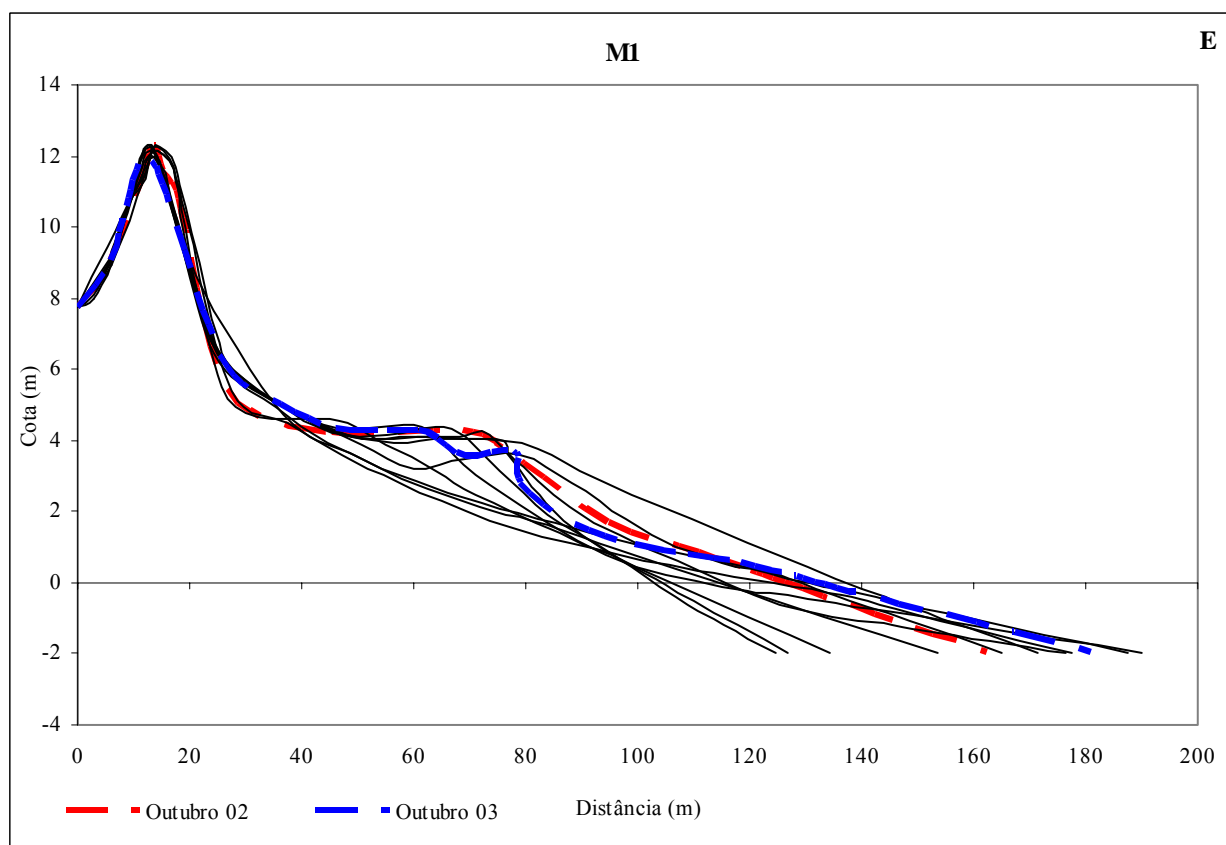




Foto 5 – Estação M1: vista do cordão dunar frontal em Novembro de 2002



Foto 6 – Estação M1: vista para N em Junho de 2003. Note-se as actividades da Arte Xávega

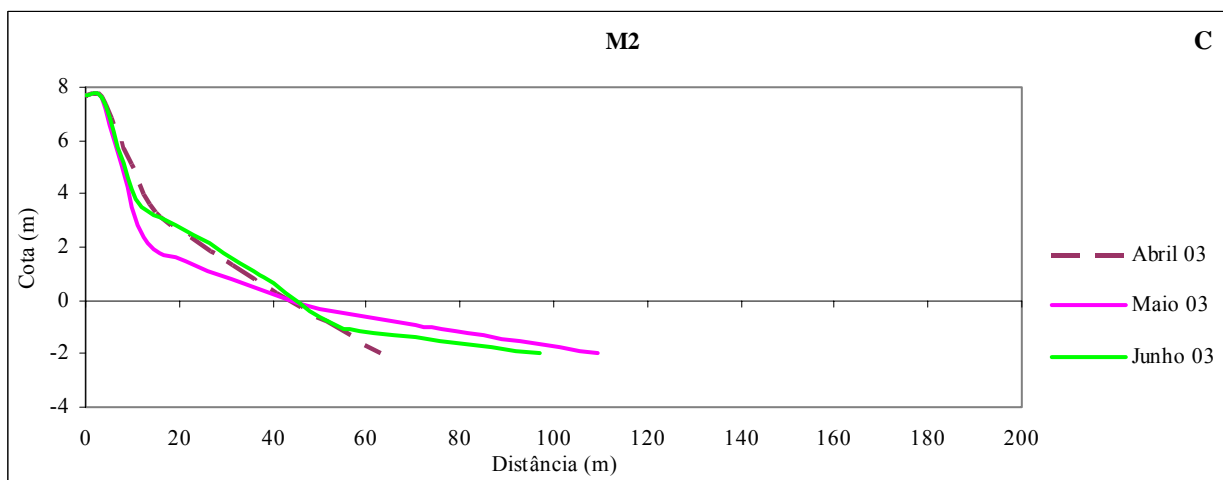
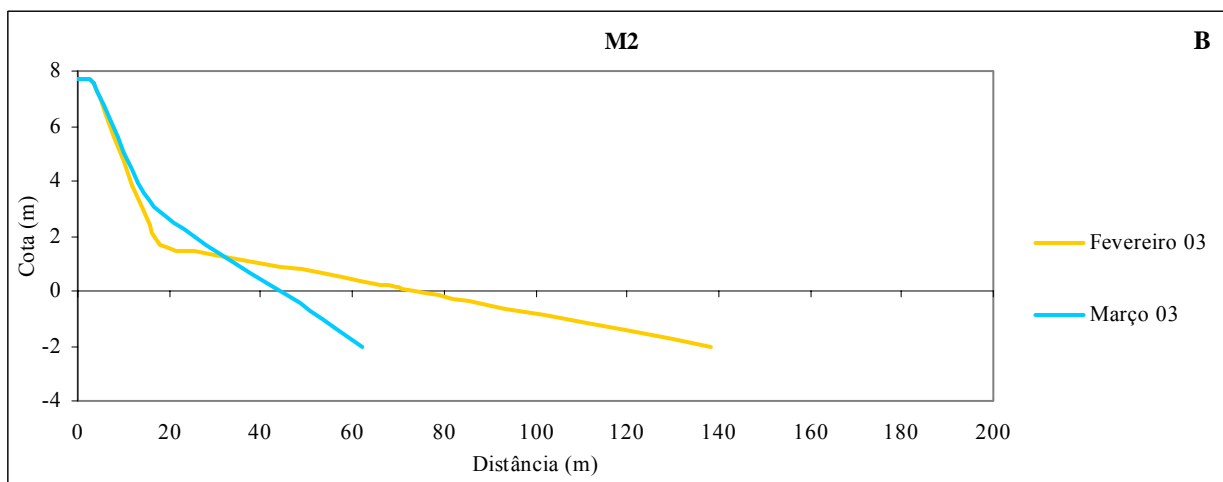
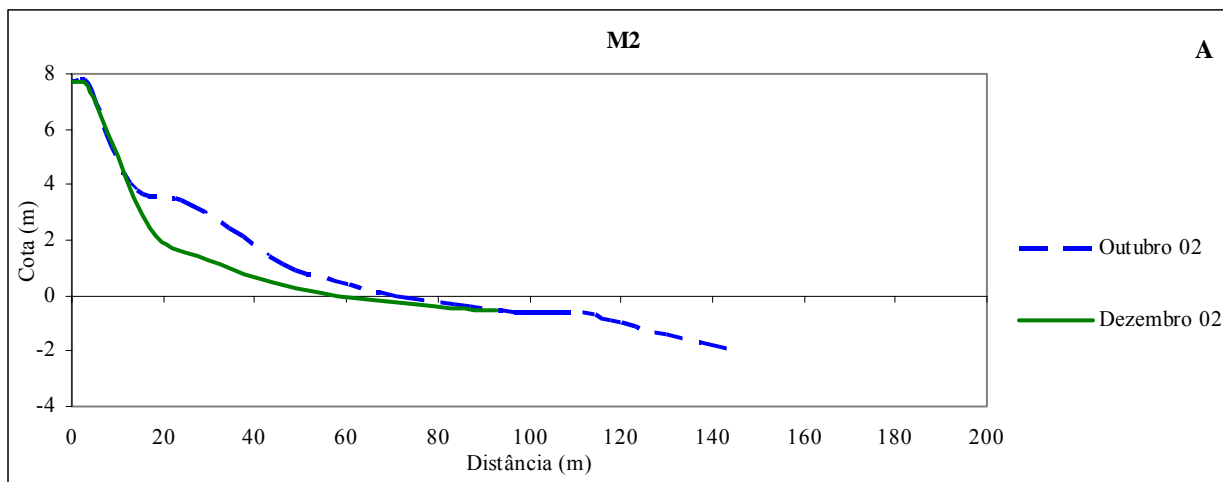


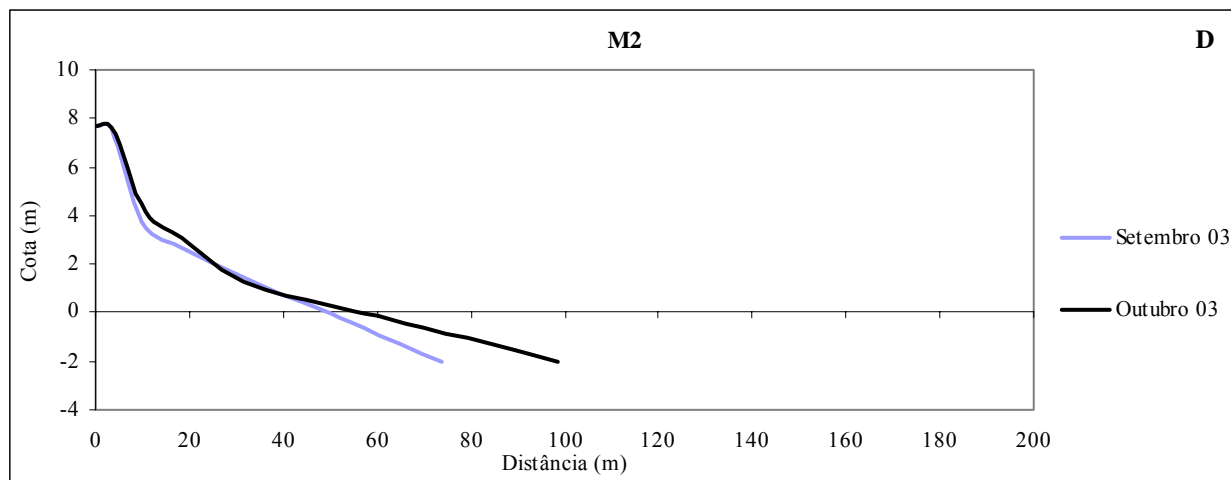
Foto 7 – Estação M1: vista para S em Outubro de 2003.



Foto 8 – Estação M1: vista da escarpa de erosão talhada na berma da praia em Outubro de 2003

Gráfico 7 – A, B, C, D e E – Perfis transversais realizados na estação M2





Comparação entre o primeiro e o último perfil transversal de praia realizado (Outubro de 2002 e Outubro de 2003)

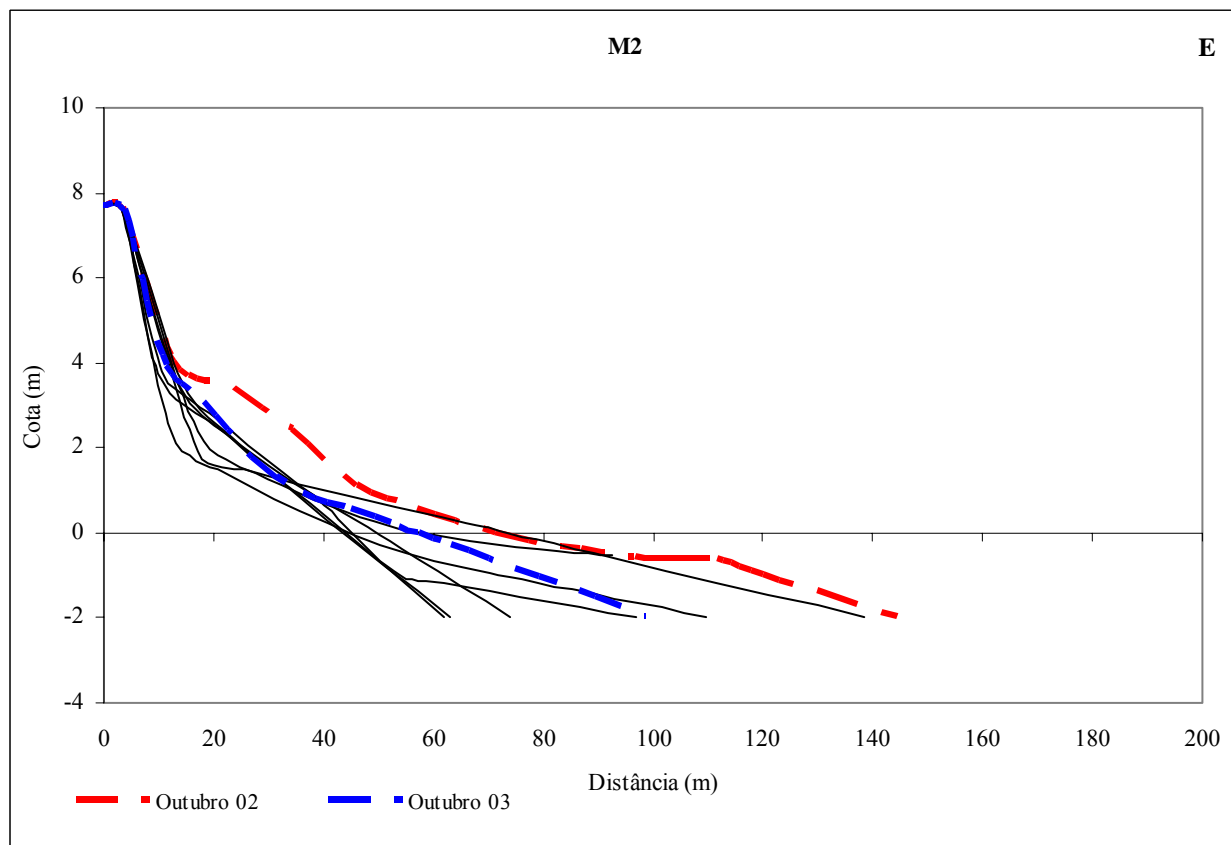




Foto 9 – Estação M2: vista para N em Dezembro 2002



Foto 10 – Estação M2: vista da praia em Janeiro de 2003, com a ondulação a atingir a base do enrocamento

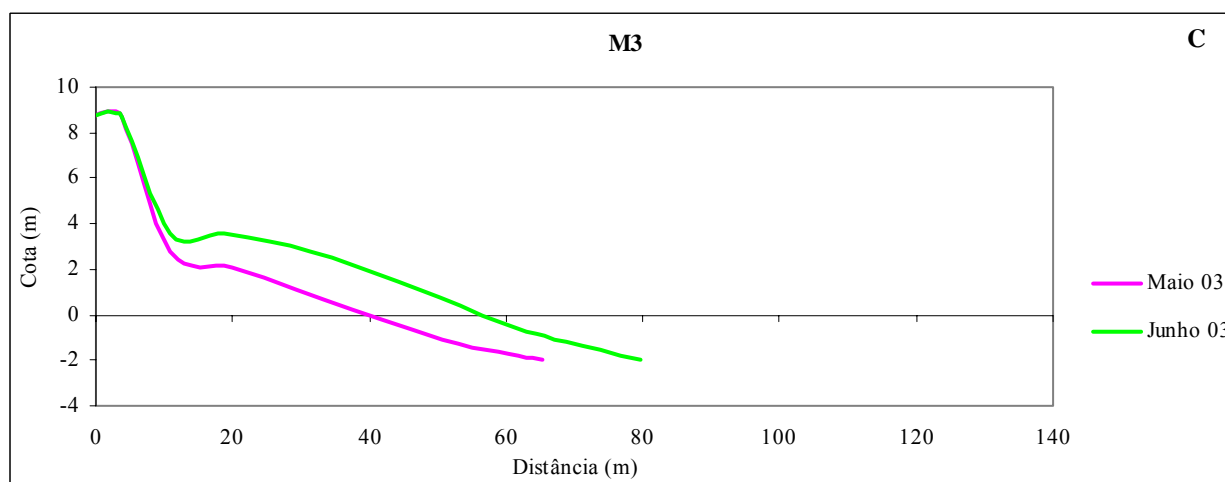
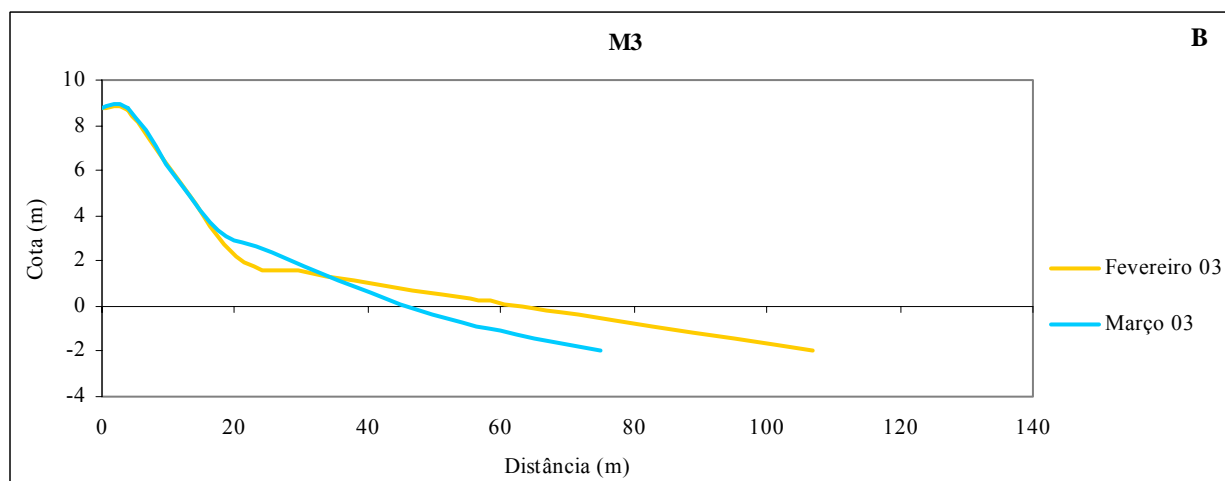
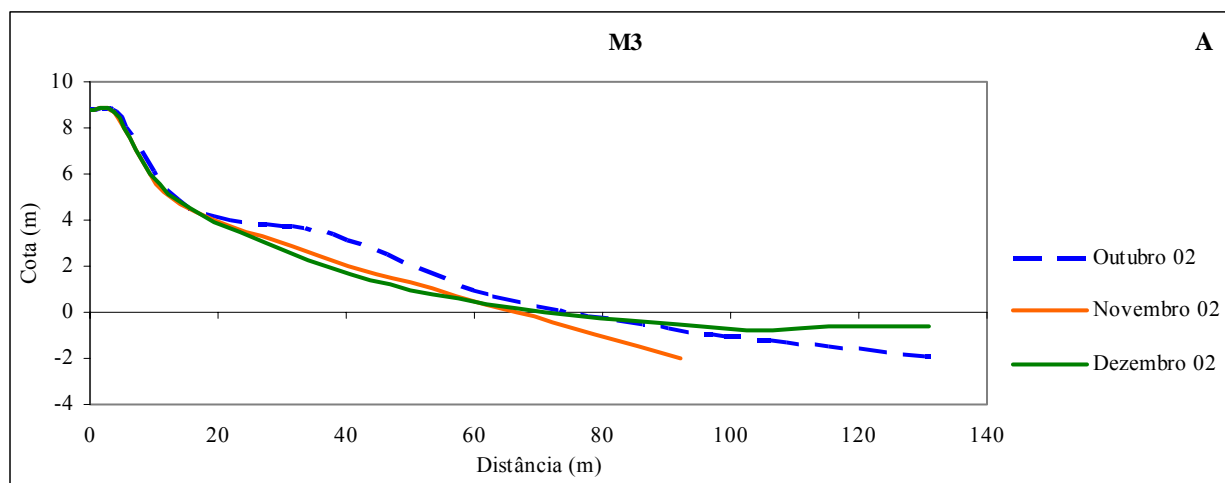


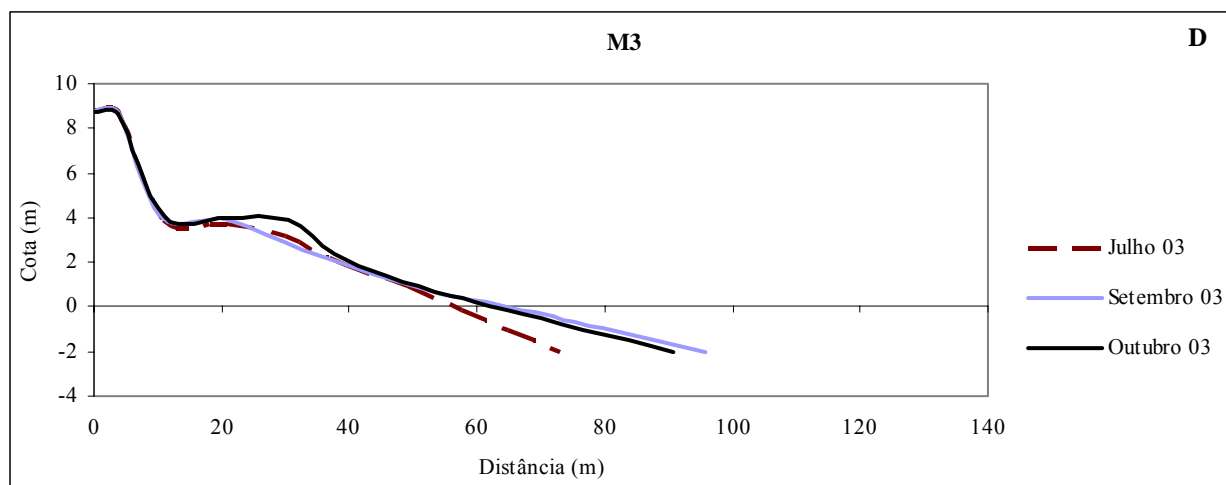
Foto 11 – Estação M2: vista para S em Outubro 2003. Note-se a escarpa de erosão talhada na berma da praia



Foto 12 – Estação M2: vista para N em Outubro 2003. Note-se a escarpa de erosão talhada na berma da praia

Gráfico 8 – A, B, C, D e E – Perfis transversais realizados na estação M3





Comparação entre o primeiro e o último perfil transversal de praia realizado (Outubro de 2002 e Outubro de 2003)

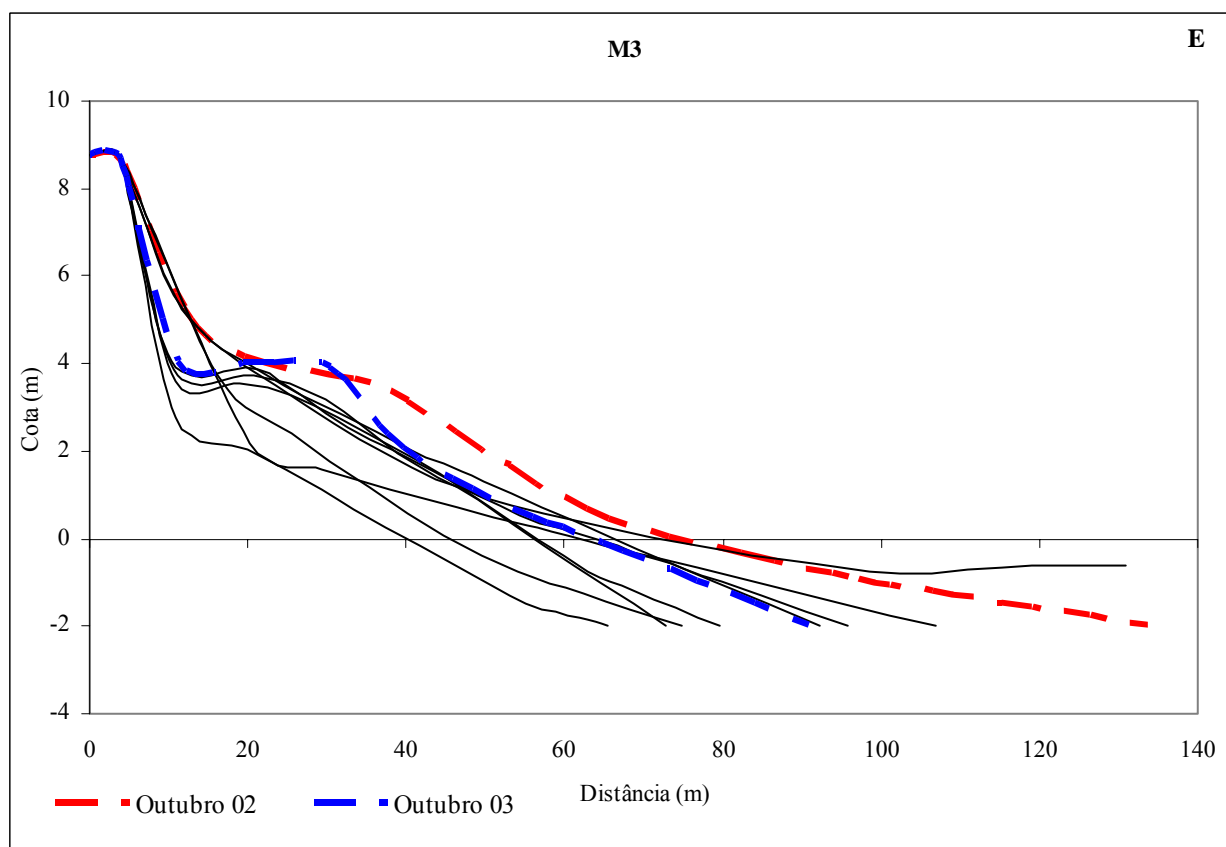




Foto 13 – Estação M3: vista para Sul em Dezembro de 2002



Foto 14 – Vista da praia da estação M3 em Janeiro de 2003

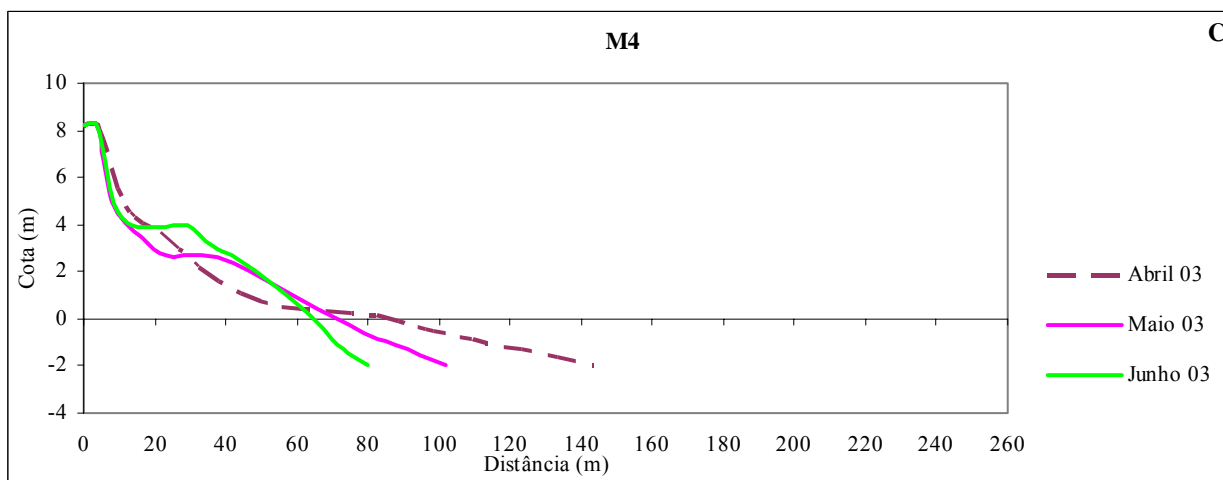
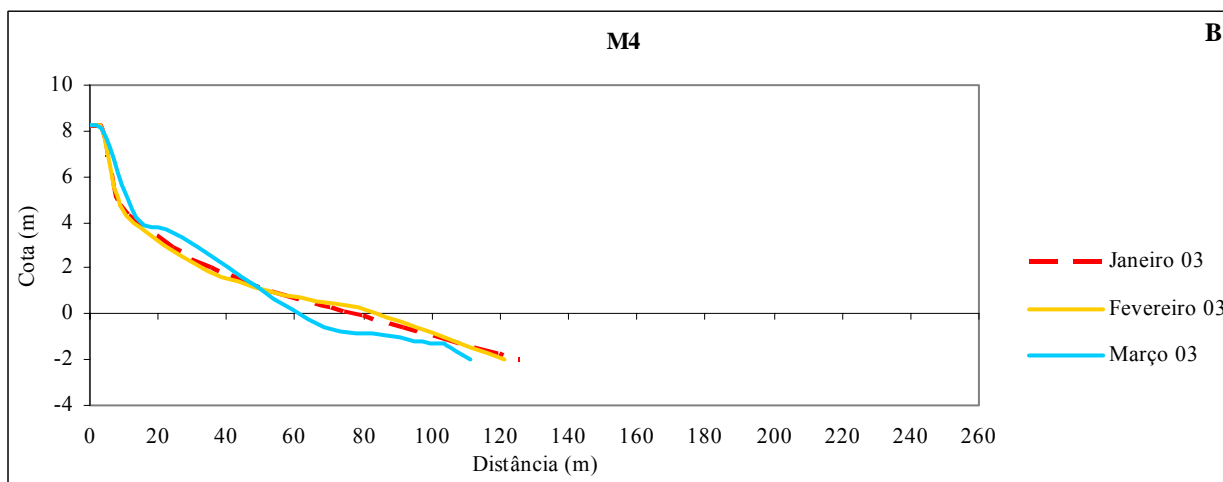
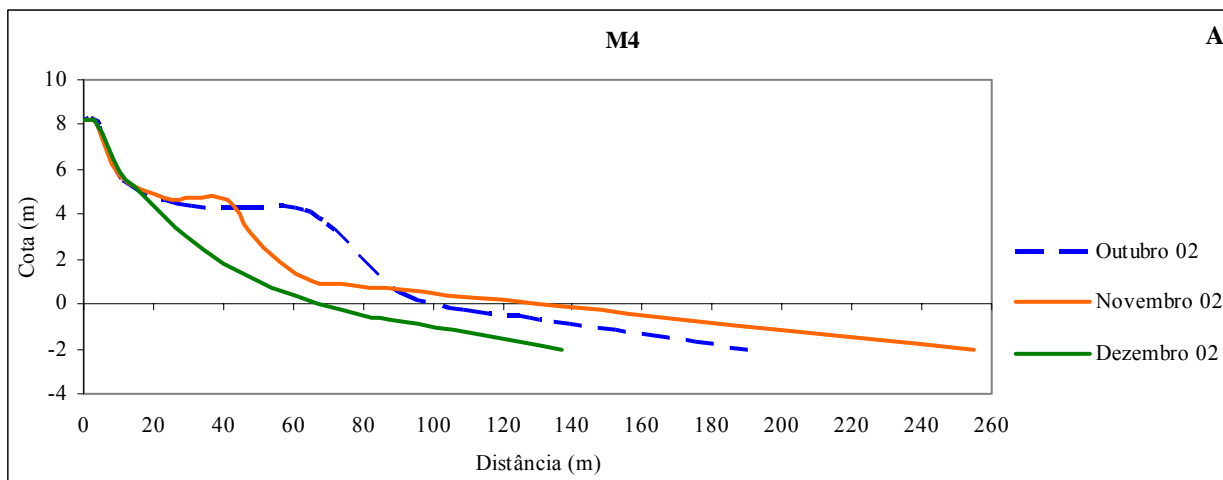


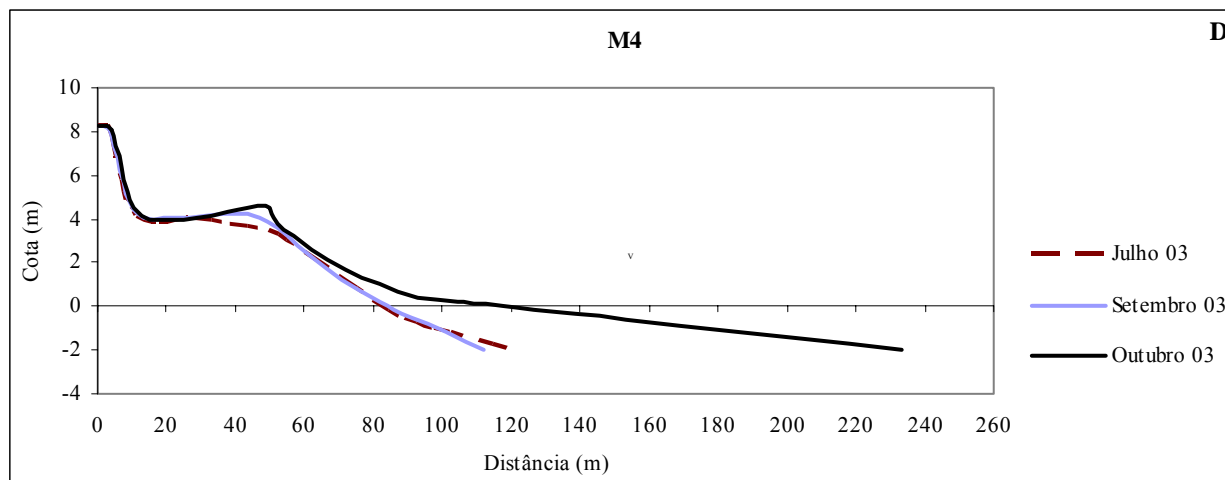
Foto 15 – Estação M3: obras de reconstrução do enrocamento em Março de 2003



Foto 16 – Estação M3: observe-se a linha de preamar na base do enrocamento em Março de 2003

Gráfico 9 – A, B, C, D e E – Perfis transversais realizados na estação M4





Comparação entre o primeiro e o último perfil transversal de praia realizado (Outubro de 2002 e Outubro de 2003)

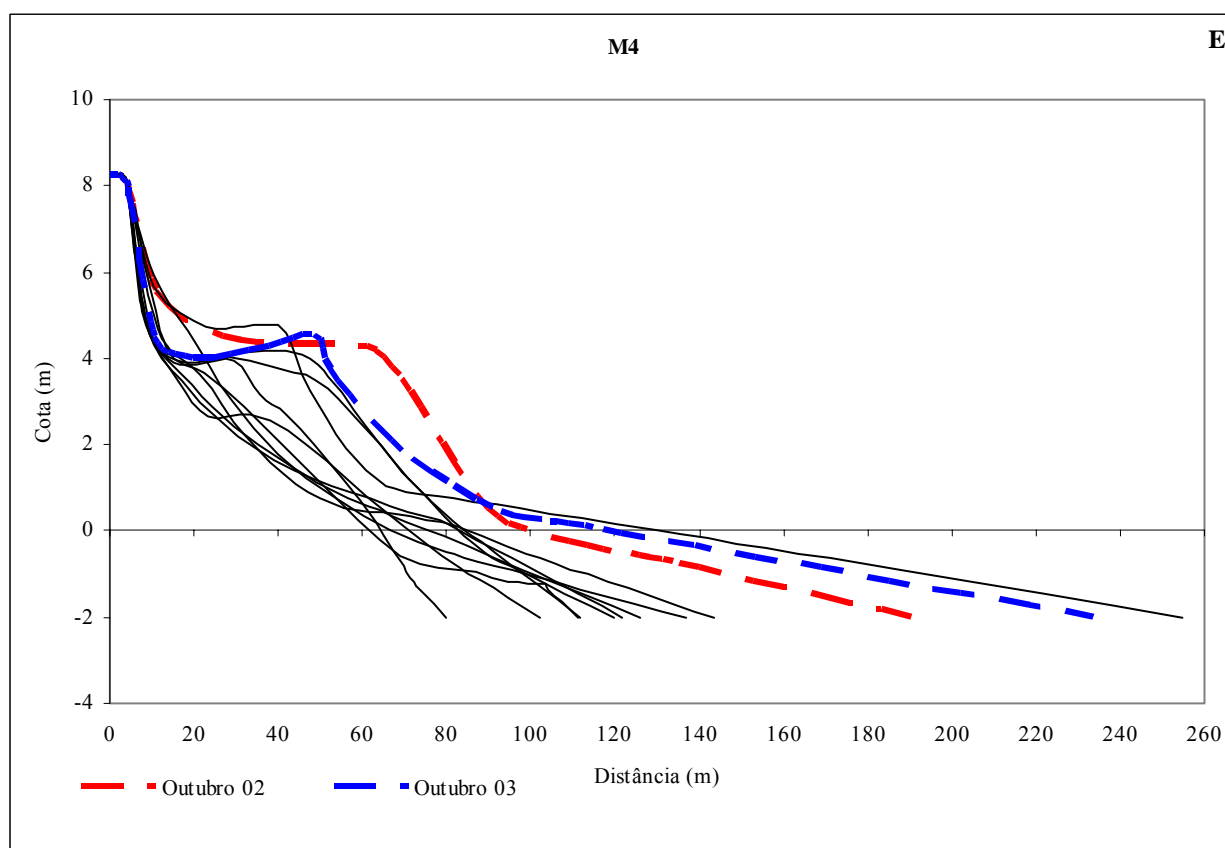


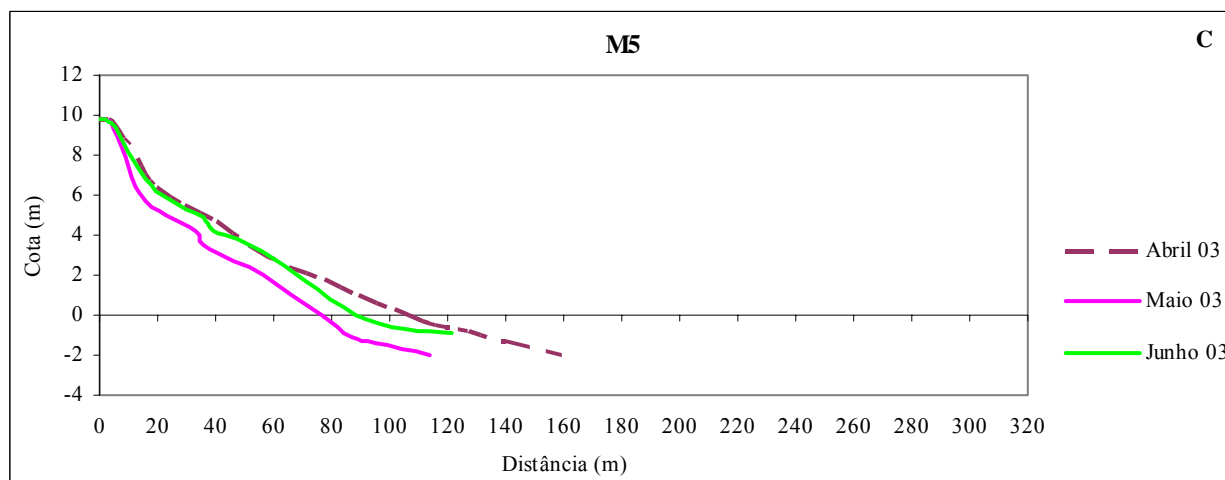
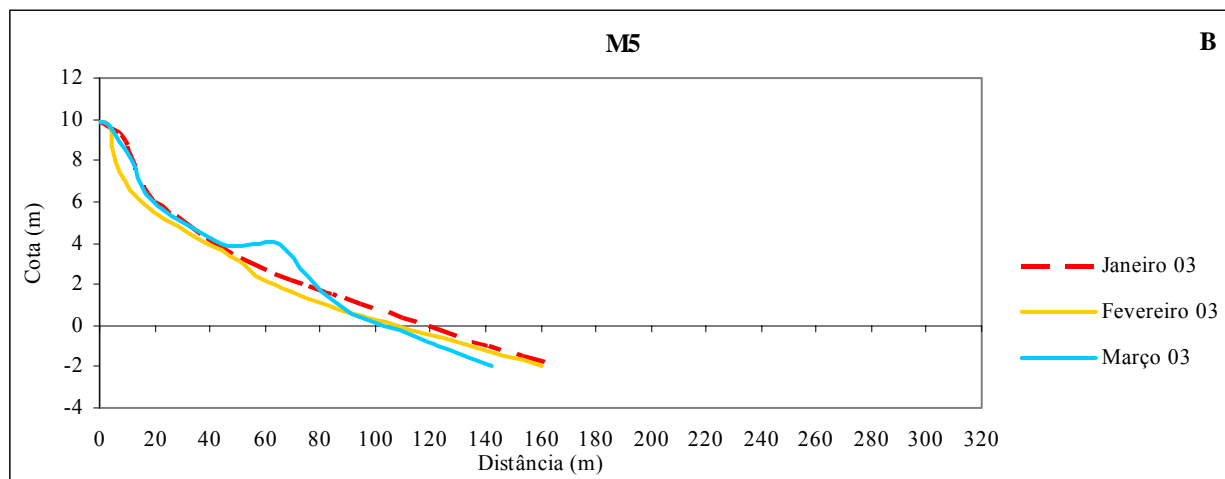
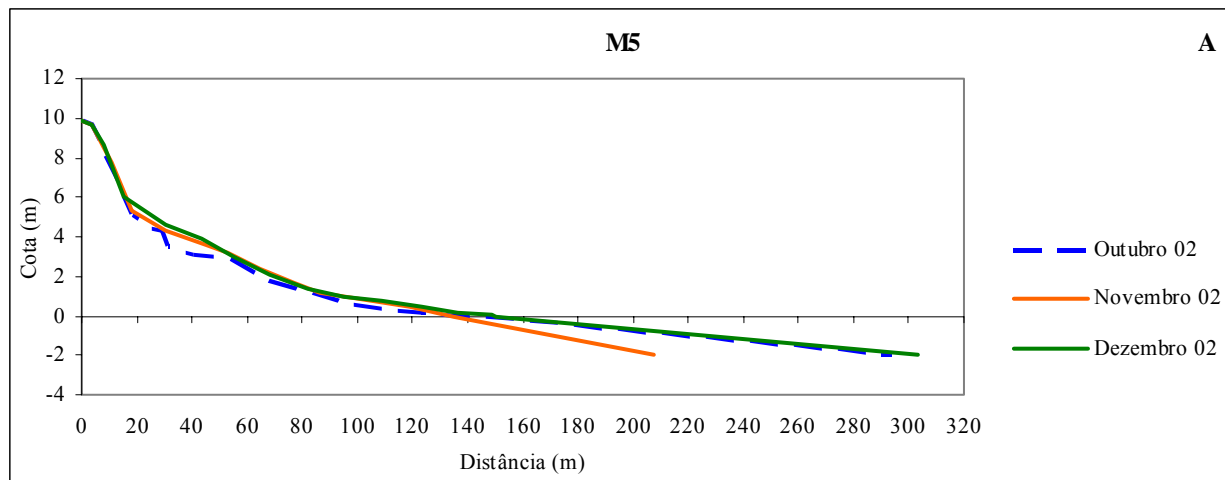


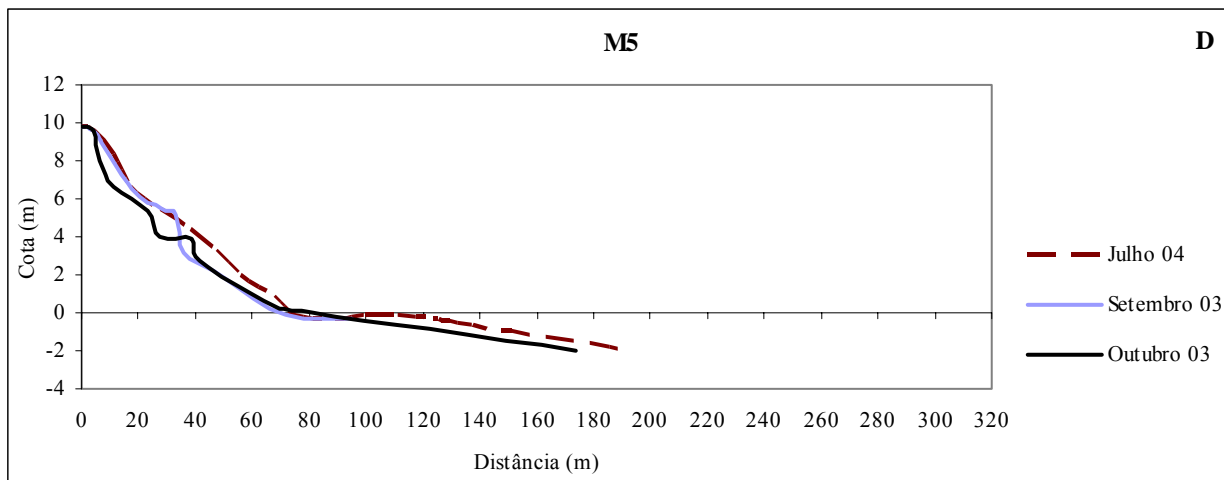
Foto 17 – Estação M4: vista para o esporão da Vagueira em Abril de 2003



Foto 18 – Estação M4: vista da praia em Dezembro de 2002

Gráfico 10 – A, B, C, D e E – Perfis transversais realizados na estação M5





Comparação entre o primeiro e o último perfil transversal de praia realizado (Outubro de 2002 e Outubro de 2003)

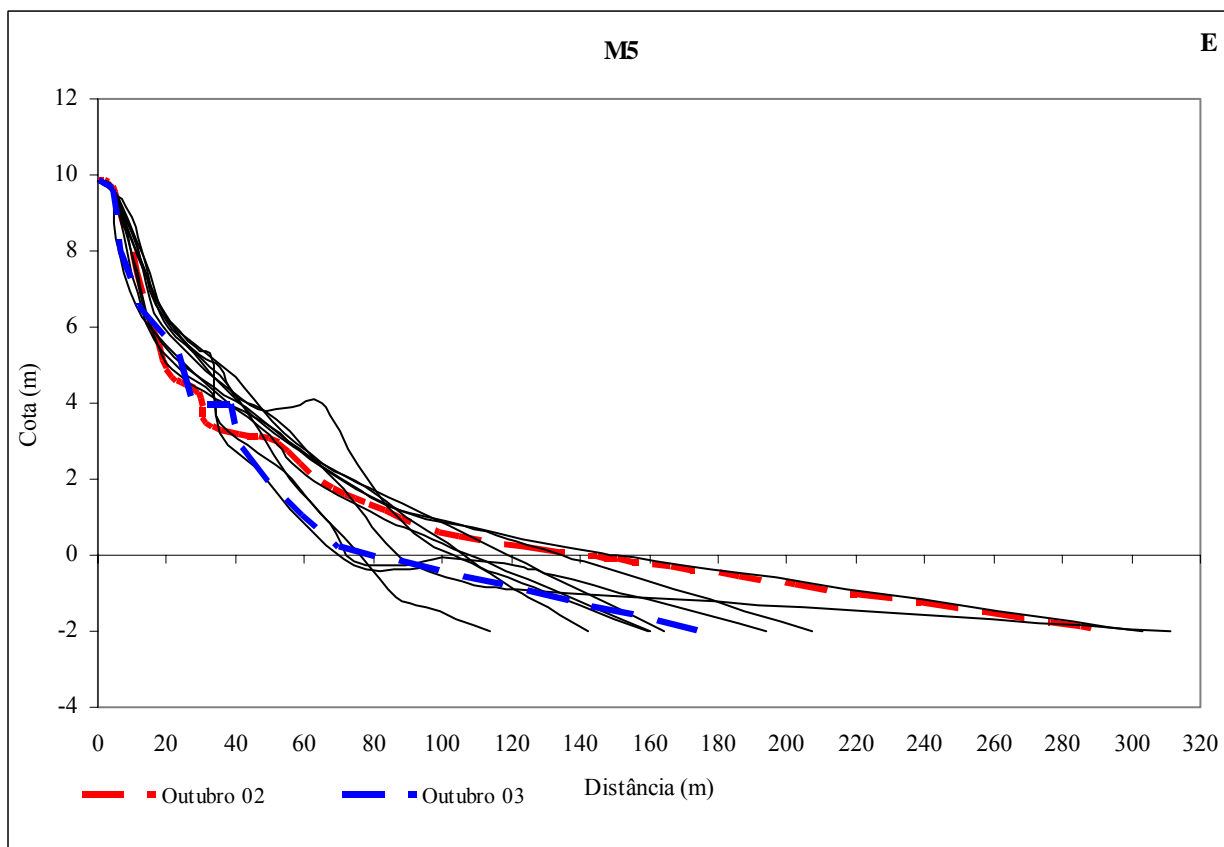




Foto 19 – Estação M5: vista para S da praia em Março de 2003



Foto 20 – Estação M5: sistema “Ridge and Runnel” em Julho de 2003

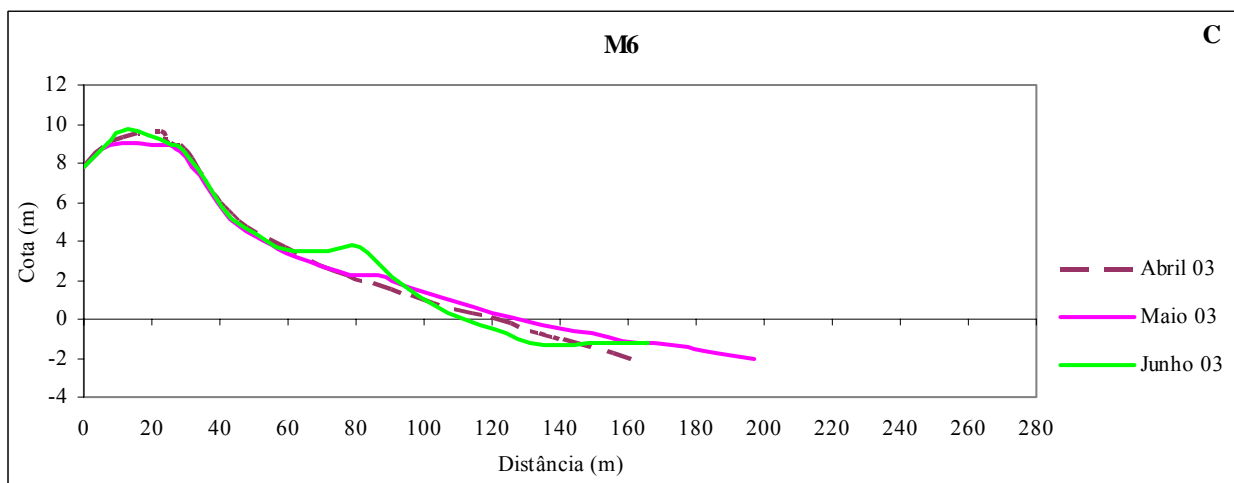
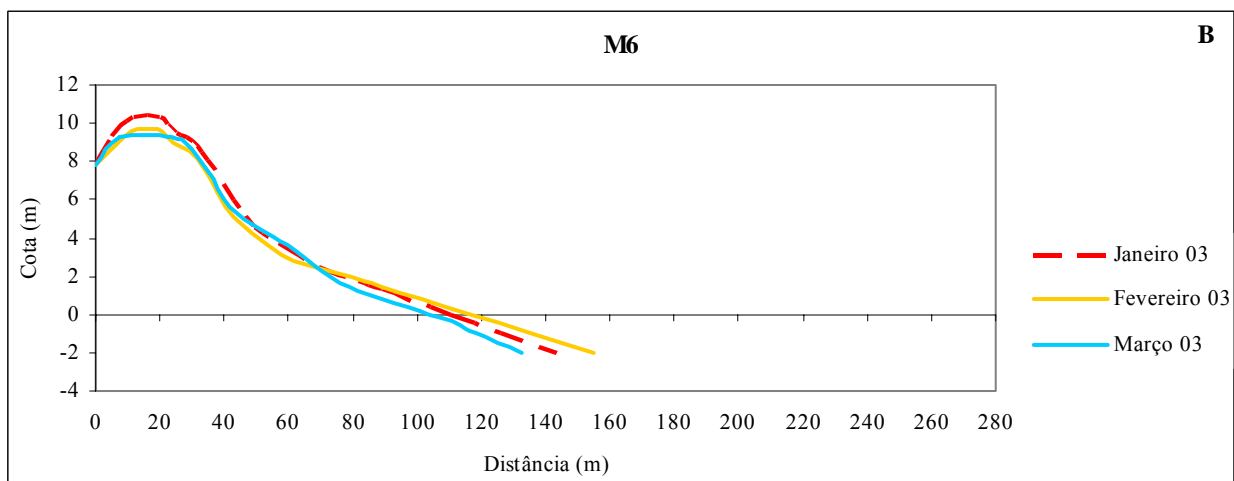
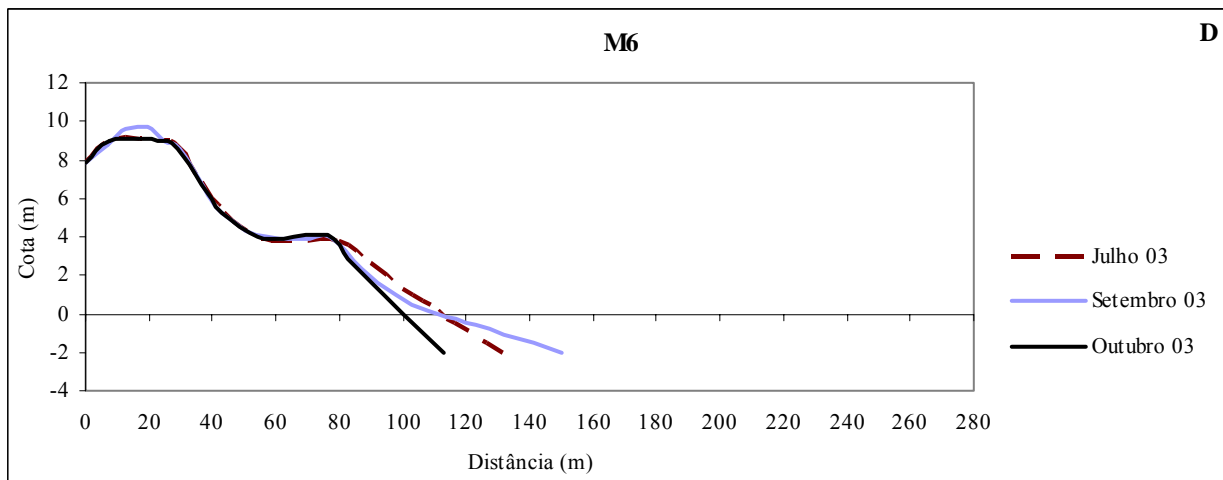


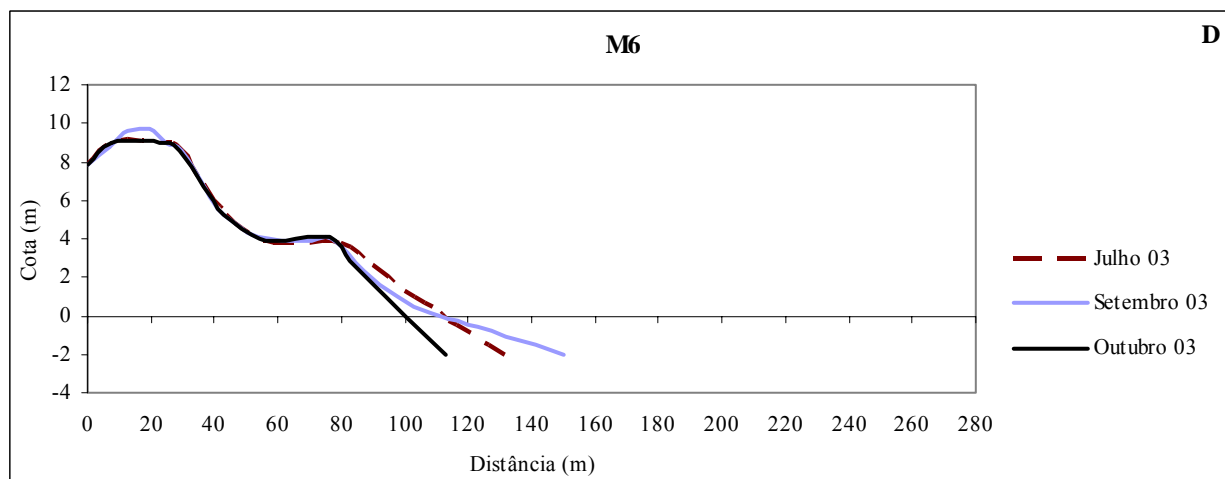
Foto 21 – Estação M5: escarpa de erosão em Setembro de 2003



Foto 22 – Estação M5: vista para S em Novembro de 2002

Gráfico 11 – A, B, C, D e E – Perfis transversais realizados na estação M6





Comparação entre o primeiro e o último perfil transversal de praia realizado (Outubro de 2002 e Outubro de 2003)

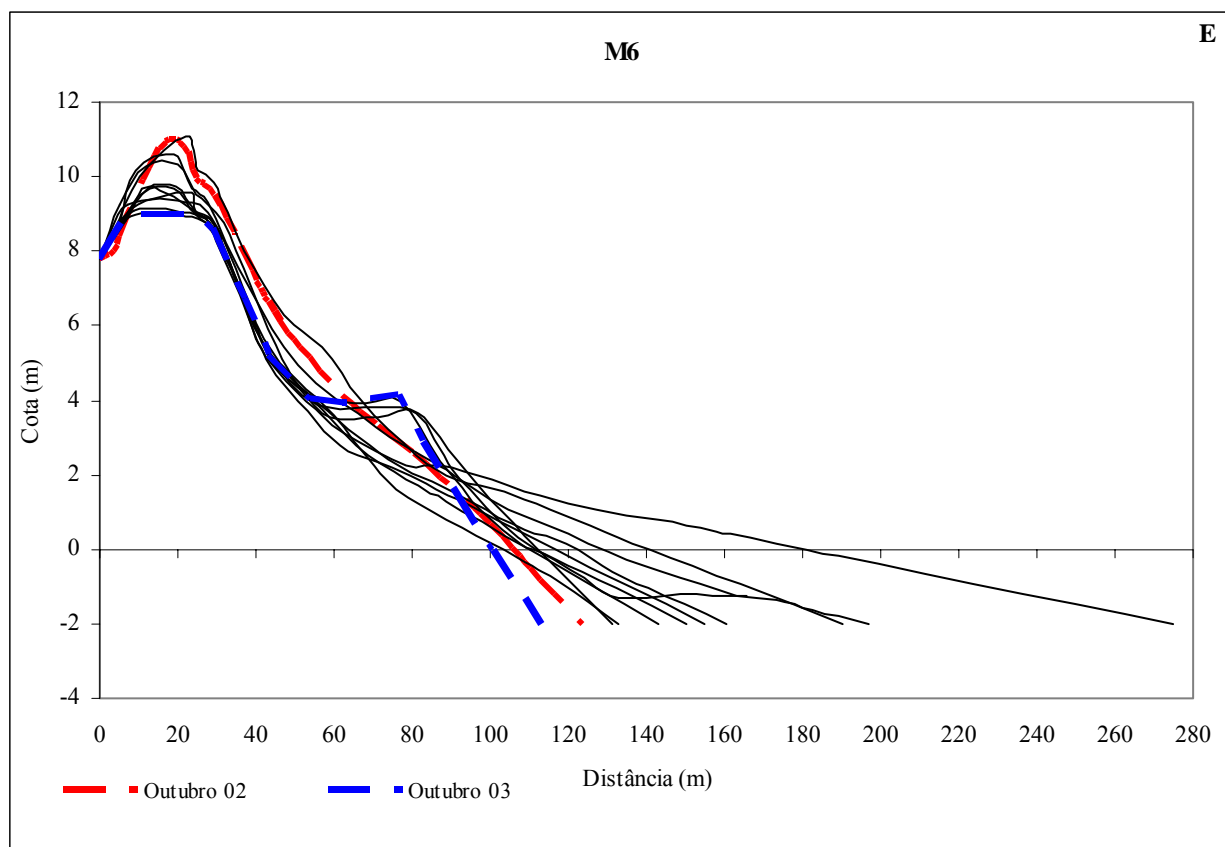




Foto 23 – Estação M6: vista para N em Outubro de 2002



**Foto 24 – Estação M6: vista para N em Novembro de 2002.
Comparar com a foto anterior**



Foto 25 – Estação M6: degradação da paliçada em Janeiro de 2003



**Foto 26– Estação M6: vista para N em Outubro de 2003 (comparar com as
fotos anteriores)**

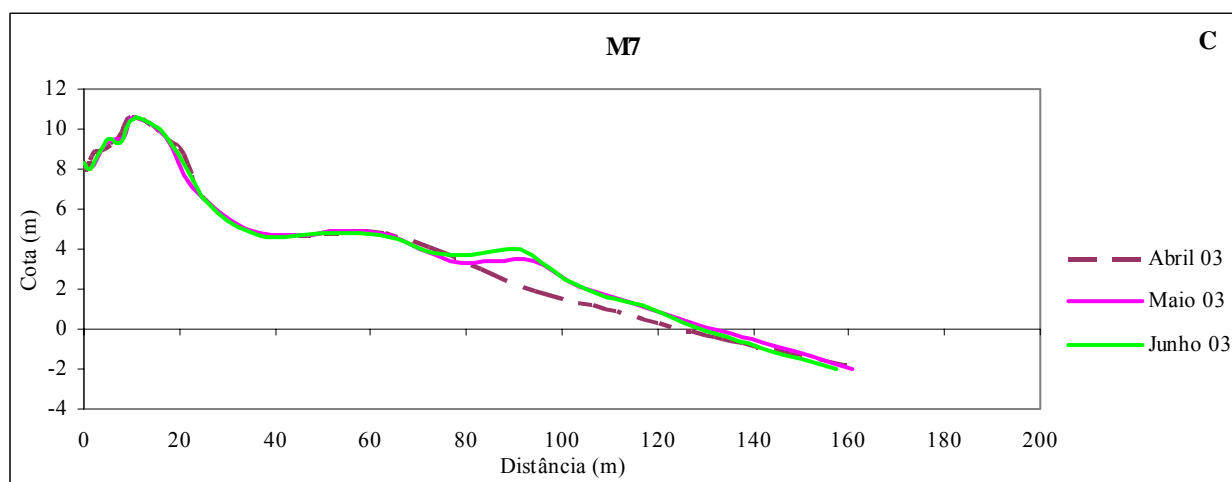
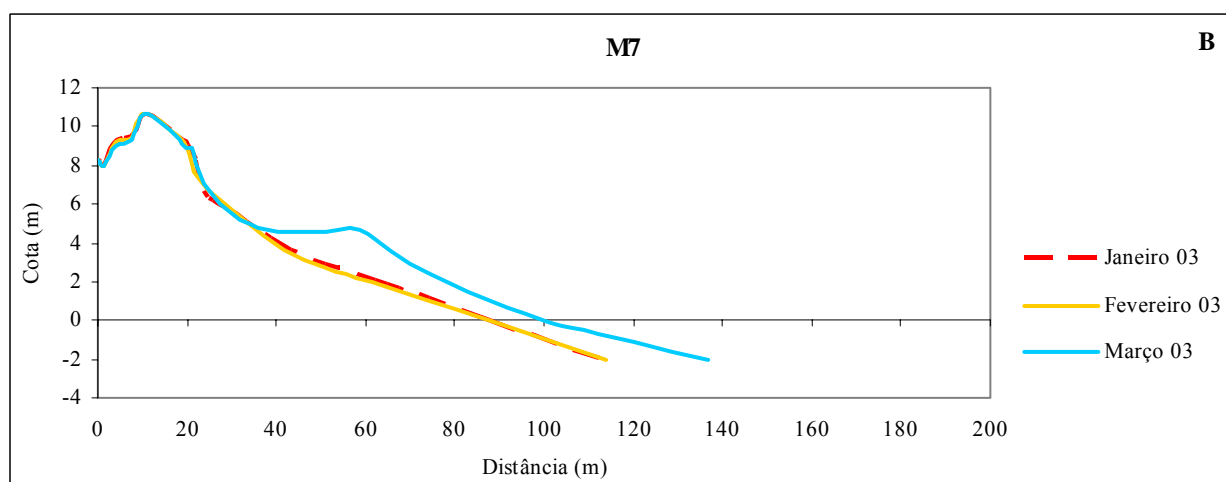
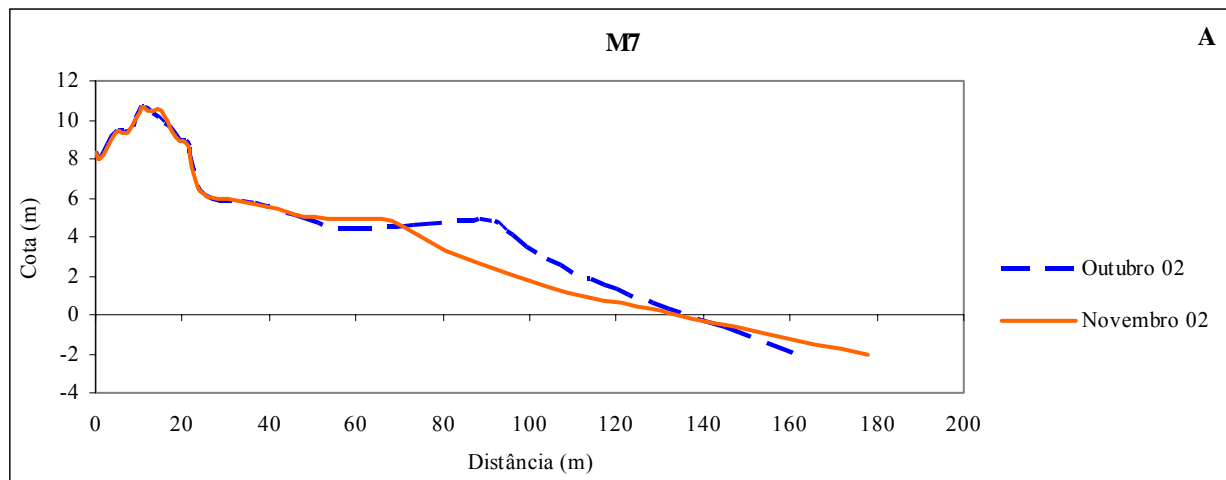


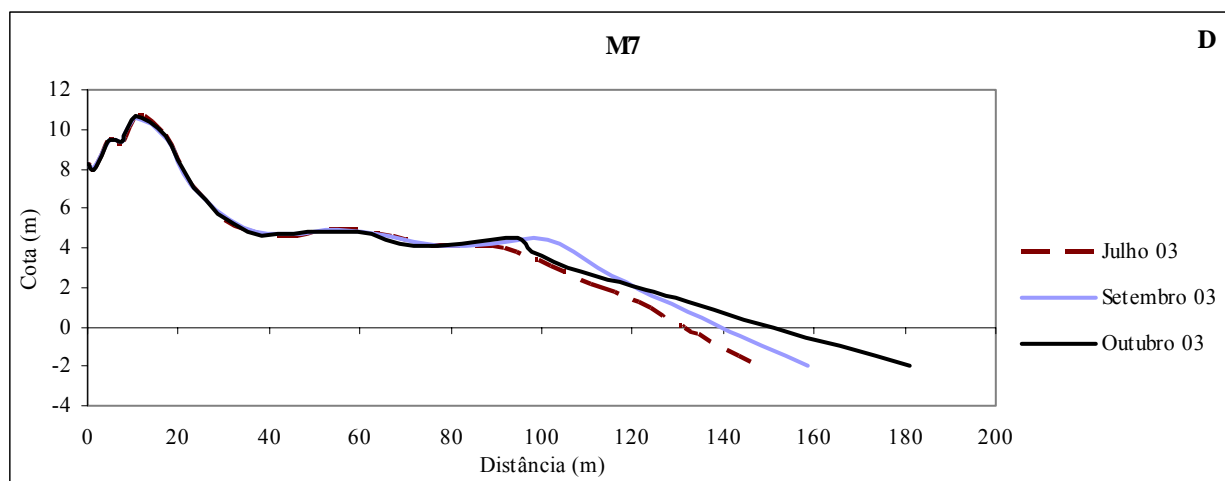
Foto 27 – Estação M6: vista do lado E em Janeiro de 2003



Foto 28 – Estação M6: vista do lado E em Maio de 2003. Comparar com a foto anterior. Observe-se a remobilização de sedimentos que cobrem a paliçada interior

Gráfico 12 – A, B, C, D e E – Perfis transversais realizados na estação M7





Comparação entre o primeiro e o último perfil transversal de praia realizado (Outubro de 2002 e Outubro de 2003)

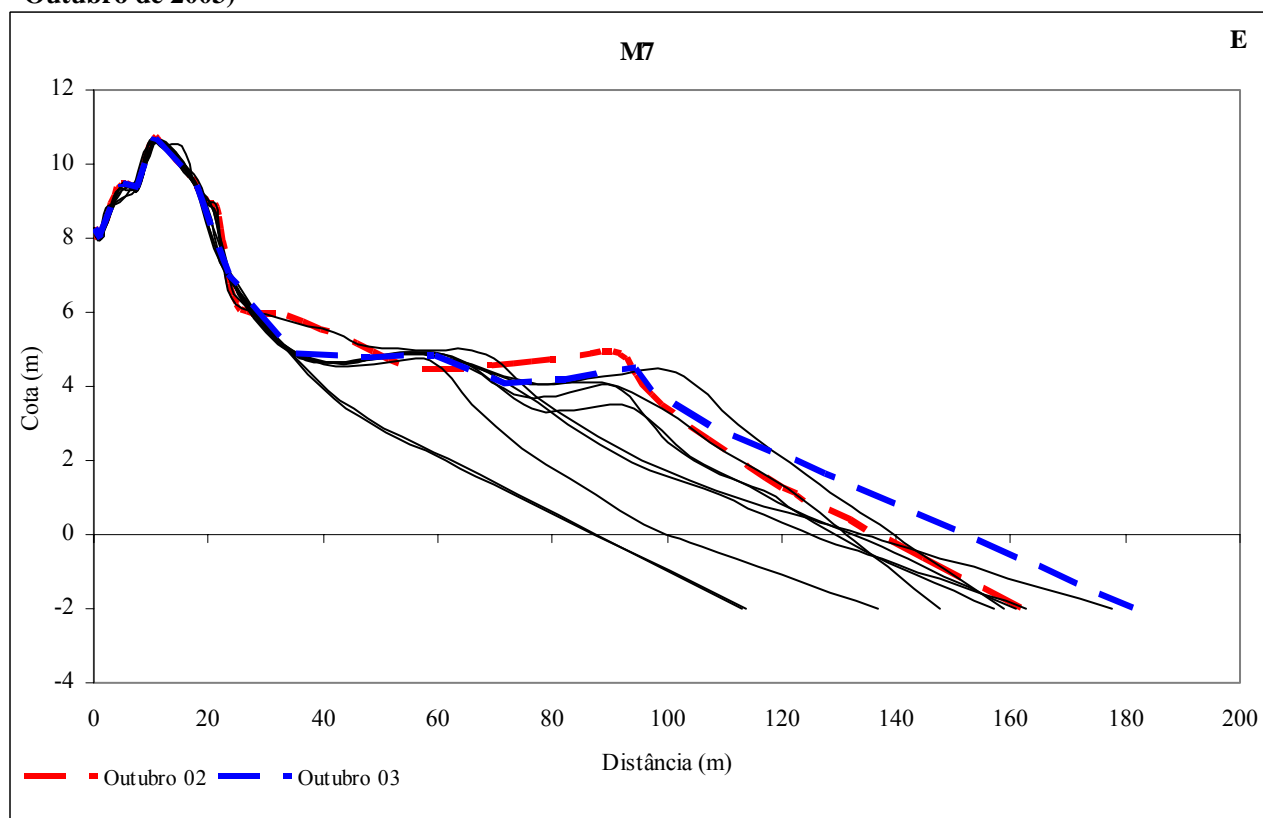




Foto 29 – Estação M7: vista da praia em Dezembro de 2002. Dragagens para a reconstrução do dique arenoso a Sul do esporão



Foto 30 – Estação M7: vista para N em Fevereiro de 2003. Observe-se a degradação do cordão dunar frontal

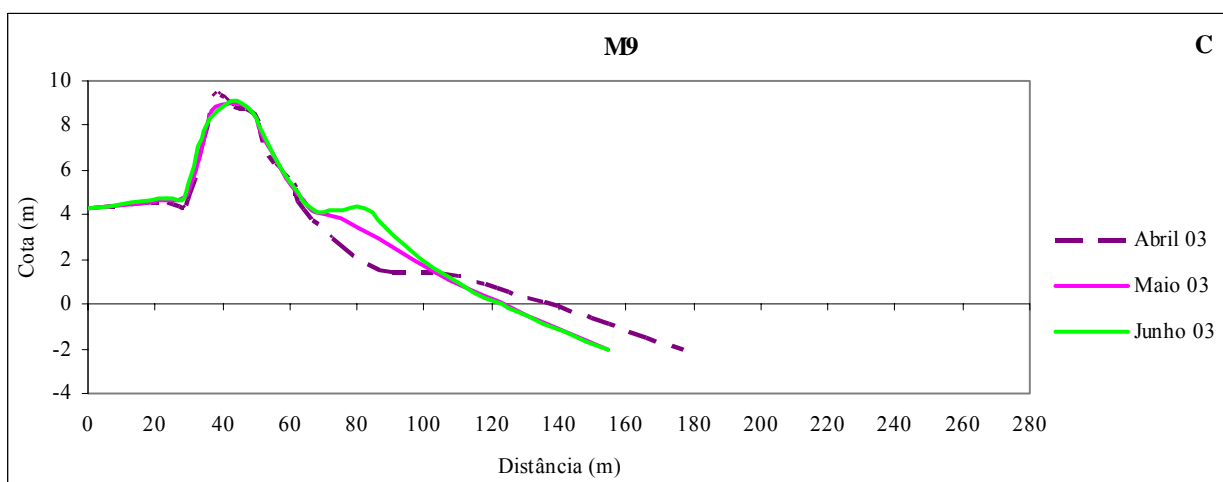
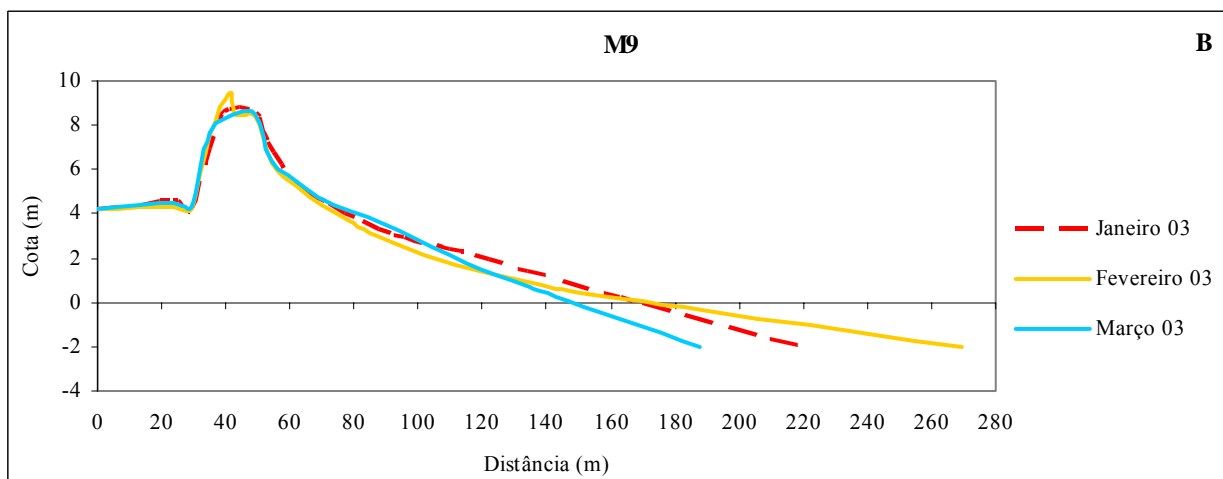
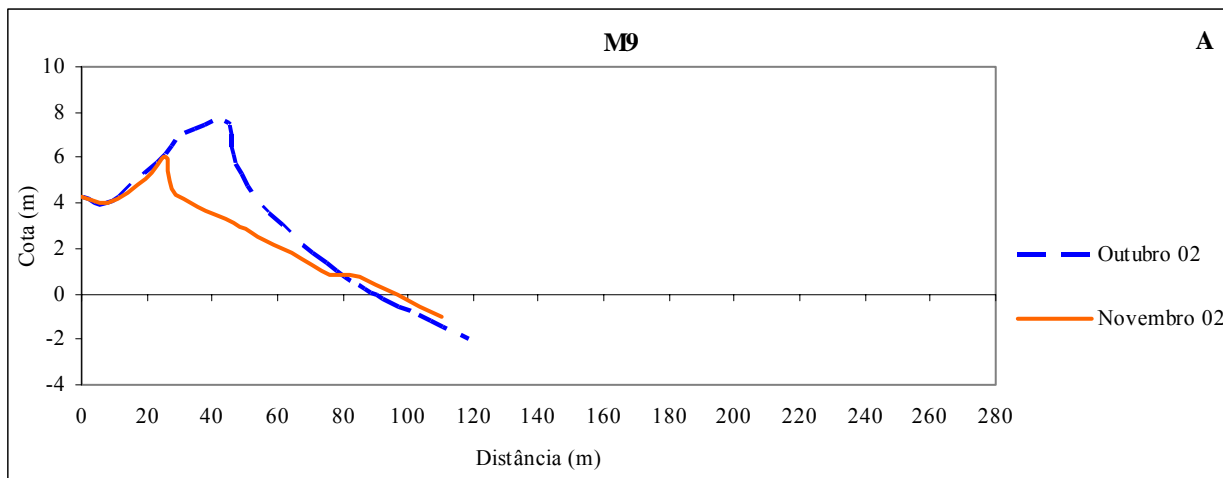


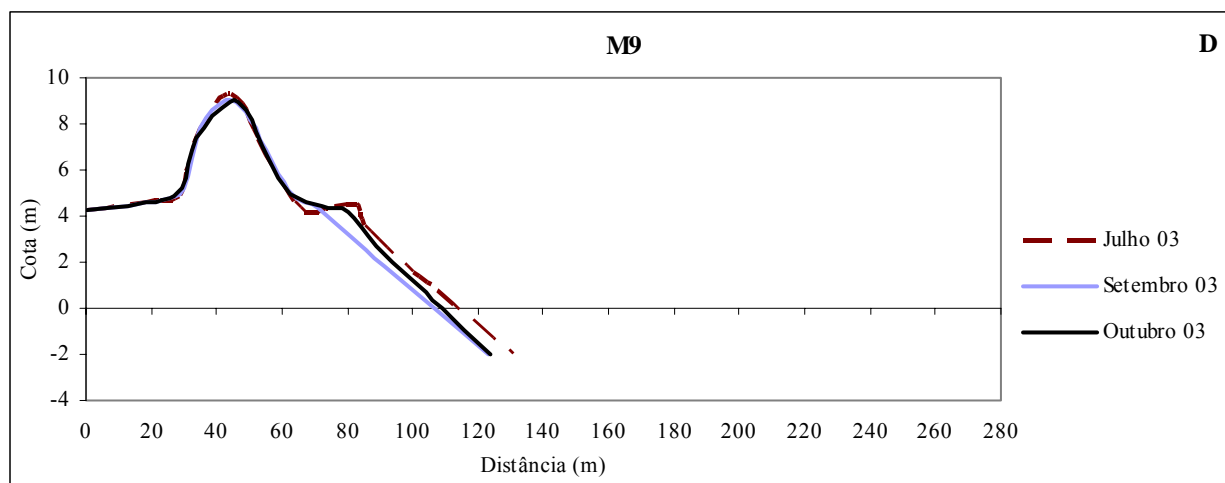
Foto 31 – Estação M7: Vista para o dique arenoso a S do esporão do Labrego em Novembro de 2002. Note-se a degradação do dique com algumas áreas susceptíveis a galgamentos



Foto 32 – Estação M7: vista para o esporão do Labrego e para o dique arenoso reconstruído a S do esporão em Julho de 2003

Gráfico 13 – A, B, C, D e E – Perfis transversais realizados na estação M9





Comparação entre o primeiro e o último perfil transversal de praia realizado (Outubro de 2002 e Outubro de 2003)

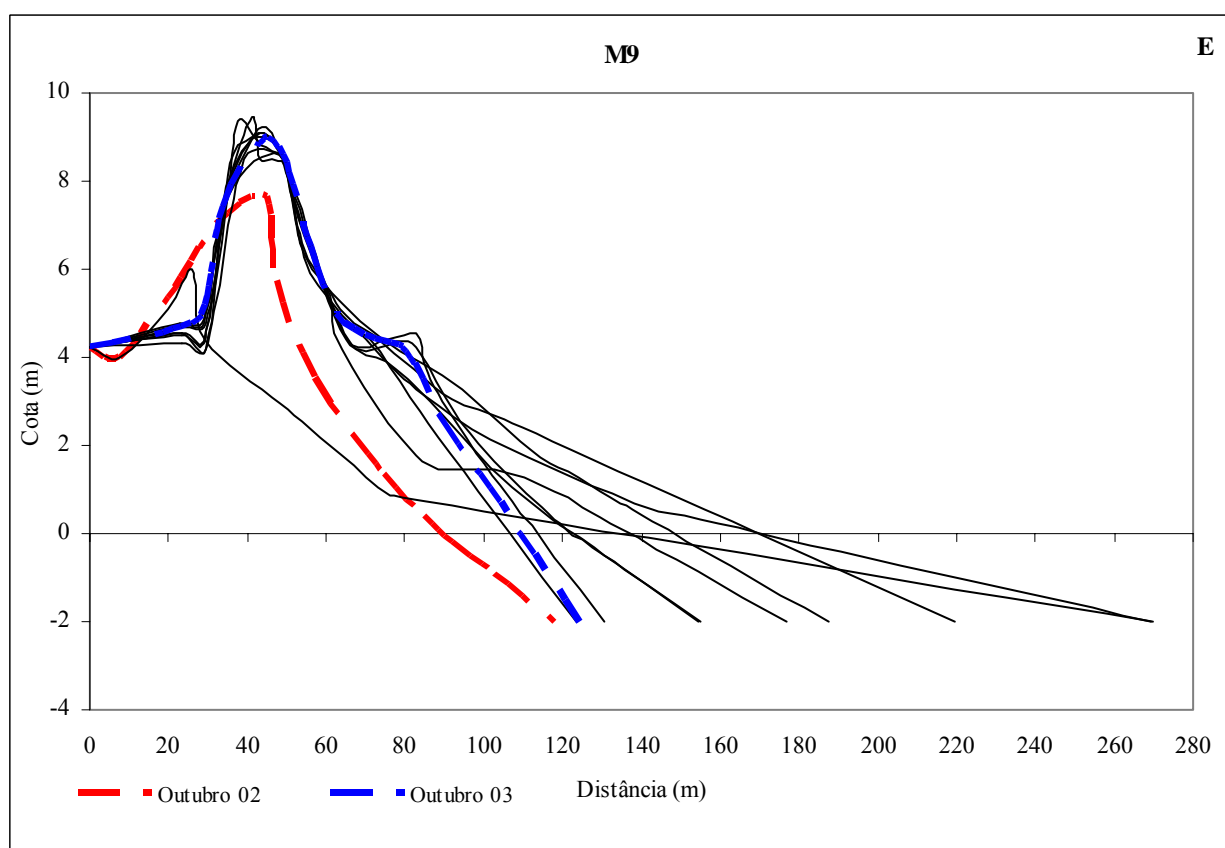




Foto 33 – Estação M9: vista para N em Outubro de 2002



**Foto 34 – Estação M9: vista para N a 7 de Novembro de 2002.
Note-se o ataque do mar no dique arenoso**



Foto 35 – Estação M9: vista para N a 28 de Novembro de 2002. Episódio de galgamento do dique arenoso



Foto 36 – Estação M9: vista para N a 28 de Novembro de 2002. Galgamento do dique arenoso



Foto 37 – Estação M9: vista para N em Janeiro de 2003. Reconstrução com materiais retirados a N do esporão do Labrego



Foto 38 – Estação M9: vista para N em Outubro de 2003. Dique arenoso após a reconstrução



Foto 39 – Estação M9: vista para S em Outubro de 2002



Foto 40 – Estação M9: vista para S a 7 de Novembro de 2002. Note-se o ataque do mar no dique arenoso



Foto 41 – Estação M9: vista para S a 28 de Novembro de 2002. Galgamento do dique arenoso



Foto 42 – Estação M9: vista para S em Janeiro de 2003. Reconstrução do dique arenoso



Foto 43 – Estação M9: vista para S em Março de 2003. Segunda protecção do dique arenoso



Foto 44 – Estação M9: vista para S em Outubro de 2003. Dique arenoso após a reconstrução.



Foto 45 – Estação M9: vista do lado E a 28 de Novembro de 2002. Observe-se os vestígios do episódio de galgamento no lado interno do dique arenoso



Foto 46 – Estação M9: vista do lado E em Janeiro de 2003. Reconstrução do dique arenoso

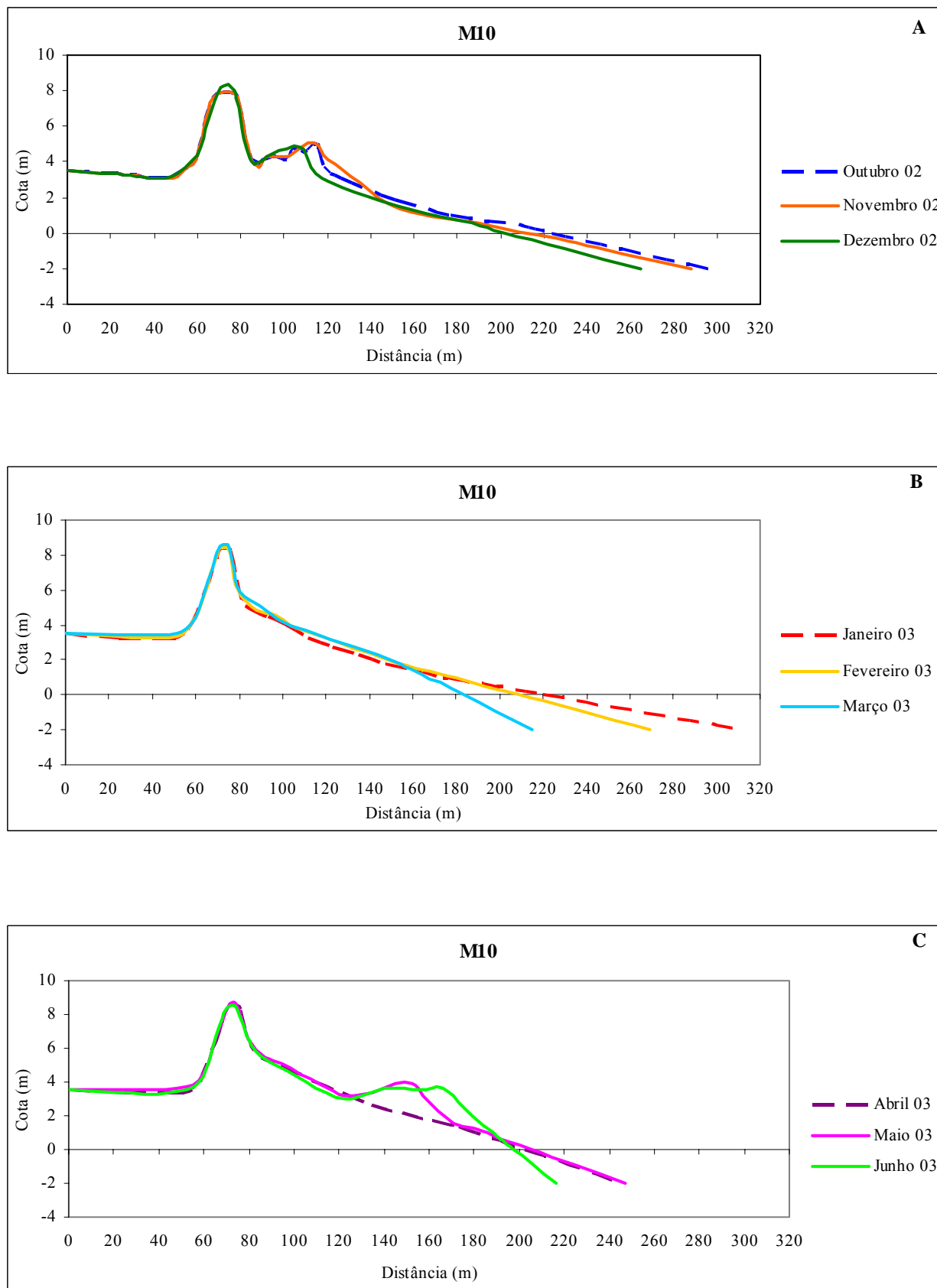


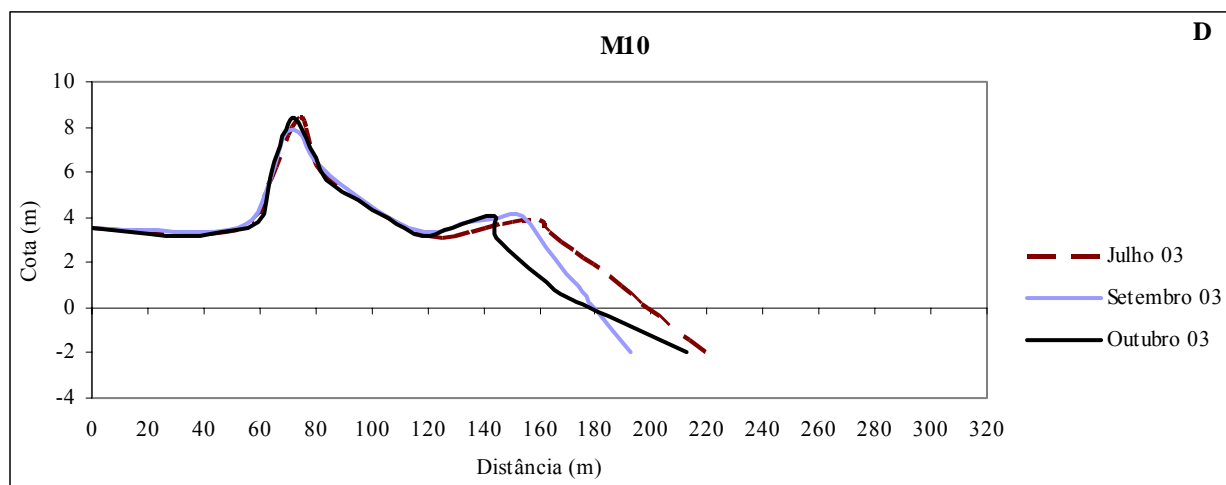
Foto 47 – Estação M9: vista da praia em Janeiro de 2003, no período de reconstrução do dique arenoso



Foto 48 – Estação M9: vista da praia em Outubro de 2003, após a reconstrução do dique arenoso

Gráfico 14 – A, B, C, D e E – Perfis transversais realizados na estação M10





Comparação entre o primeiro e o último perfil transversal de praia realizado (Outubro de 2002 e Outubro de 2003)

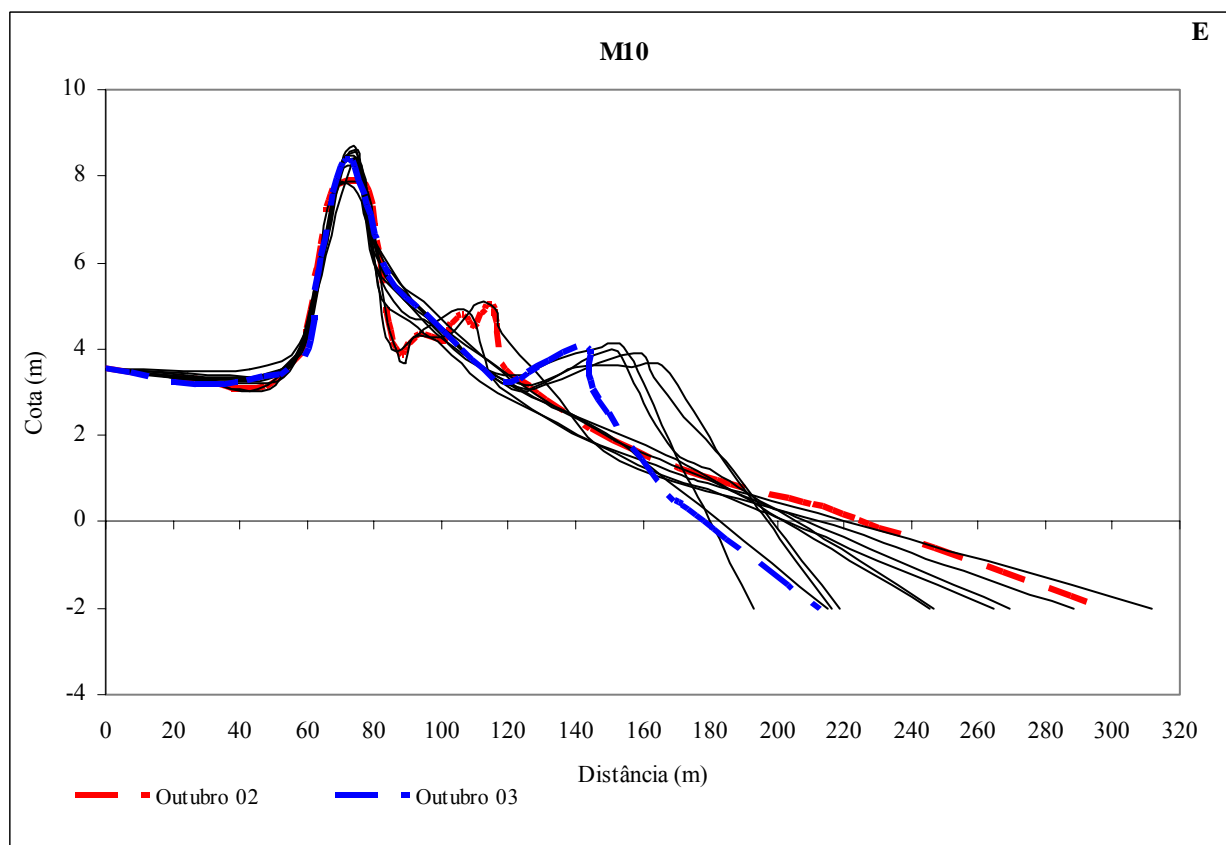




Foto 49 – Estação M10: vista para SW em Outubro de 2002. Note-se a zona interdunar do antigo cordão dunar frontal



Foto 50 – Estação M10: vista para praia em Dezembro de 2002. Comparar com foto anterior. Observe-se o desaparecimento da vegetação e do charco existente na antiga zona interdunar do cordão dunar frontal



Foto 51 – Estação M10: vista para a praia em Janeiro de 2003. Comparar com fotos anteriores. Verifica-se o contínuo desaparecimento da zona interdunar



Foto 52 – Estação M10: vista para a praia em Março de 2003. Comparar com foto anterior. Desaparecimento total da antiga zona interdunar



Foto 53 – Estação M10: vista para a praia em Setembro de 2003. Comparar com foto anterior. Observe-se o aparecimento de formas domáticas na praia alta



Foto 54 – Estação M10: sistema “Ridge and Runnel” em Dezembro de 2002



Foto 55 – Estação M10: vista para o dique arenoso em Outubro de 2002. Observe-se a zona interdunar do antigo cordão dunar frontal



Foto 56 – Estação M10:escarpa de erosão talhada na berma em Outubro de 2003

Da análise dos perfis anteriores foram sistematizados as diferentes morfologias de praia de forma a ser possível caracterizar cada estação e a sua variabilidade morfológica.

Tabela 12 – Morfologias de praia existentes nas diferentes estações ao longo do período de monitorização

	OUT 02	NOV 02	DEZ 02	JAN 03	FEV 03	MAR 03	ABR 03	MAI 03	JUN 03	JUL 03	SET 03	OUT 03	Total de Bermas
M1	B	B	RR			B RR	B	B	B EE	B	B	2 x B EE	10
M2	B RR	*	C RR	*		C	C	C		*		C	1
M3	B		C RR	*		C	*	C		B	B	B C EE	4
M4	B	B	C RR			C	C	B C	B	B	B	B C EE	7
M5	RR		C RR		C	B			RR	RR	B	B EE	3
M6			C RR		C			B	B	B	B	B	5
M7	B	B	*		C	B	B	2 x B	2 x B	2 x B	2 x B	2 x B EE	14
M9			*				C EE	B	B C	B C	B C	B	5
M10	RR		RR				C	B	B C	B C	B C	B EE	5

EE – Escarpa de Erosão; RR – “Ridge and Runnel”; B – Berma; C – Cúspide; * - Não foi realizado perfil transversal de praia;

Bermas

A berma da praia é uma forma deposicional da praia emersa, com pequena inclinação formada pela deposição de sedimentos transportados para a praia em condições de agitação marítima menos energética. A berma é constituída por duas superfícies

aplanadas, com inclinação geralmente oposta e que se interceptam na crista da berma. A superfície da berma voltada para terra possui sempre uma inclinação inferior à da face externa e, geralmente, menor comprimento (Ferreira, 1993). As bermas podem ser consideradas como sendo a característica morfológica mais interior resultante da acção das ondas, e a sua localização marca a zona de transição onde os mecanismos de transporte hidrodinâmico de sedimentos cessam e começam os processos eólicos. A granulometria dos sedimentos vai também condicionar a morfologia da berma. A largura da berma pode ser uniforme ao longo da costa, ou variar significativamente devido a formas rítmicas tais como as cúspides. A presença ou a ausência de bermas de praia vai depender de vários factores tais como as condições de agitação marítima, que condicionam a acreção ou a erosão, o estado anterior da praia, entre outros.

Conforme é possível observar na tabela 12, verifica-se que a estação que apresentou o maior número de bermas foi a M7. O facto de esta estação se localizar imediatamente a montante do esporão do Labrego confere-lhe uma abundância sedimentar, permitindo a formação de bermas a partir de Março de 2003 e, inclusivé, de uma segunda berma e a sua manutenção entre Maio e Outubro de 2003 (foto 32).

A seguir a esta, é a estação M1 que apresenta a maior frequência de bermas, a qual se mantém em Outubro e Novembro de 2002, desaparecendo nos três meses seguintes, para surgir novamente em Março, mantendo-se até Outubro de 2003. Neste mês surge inclusivé uma segunda berma, embora este facto possa ser atribuído aos tractores da Arte Xávega que ocupam esta área e que percorrem a praia desta estação, construindo ou destruindo as diversas morfologias da praia. As duas estações, M1 e M7, estão ambas na dependência de esporões sofrendo por isso a sua influência que lhe permitiu a manutenção do cordão dunar natural, tendo por isso um comportamento semelhante no que diz respeito à formação e frequência das bermas.

A estação M4 apresenta um comportamento semelhante embora a formação das bermas ocorra mais tarde (tabela 12).

As estações M2 e M5 são as que apresentam a menor frequência de bermas (tabela 12) devido às obras de protecção costeira que as influenciam: M2, localizada no enrocamento e M5 a jusante do esporão da Vagueira, estando por isso sujeitas aos processos erosivos inerentes a este tipo de obras. Durante o período de monitorização a estação M2 só apresentou uma pequena berma em Outubro de 2002, não recuperando ao

longo do período em estudo, enquanto que a estação M5 só recuperou em Setembro (foto 21).

As estações M6, M9 e M10 traduzem um comportamento semelhante no que diz respeito à formação e manutenção das bermas de praia. A sua localização, a Sul dos esporões, só permitiu a formação de bermas no mês de Maio, as quais se mantêm até Outubro de 2003, verificando-se uma recuperação relativamente a Outubro de 2002, em que não foram observadas estas morfologias (foto 38, 44, 48 e 53) (tabela 12).

No mês de Dezembro, Janeiro e Fevereiro e devido à maior agitação marítima, verificou-se a ausência de bermas em todas as estações, sendo os meses de Setembro e Outubro de 2003 que registaram uma maior frequência de bermas (tabela 12).

“Ridge and Runnel”

Os sistemas de crista e canal (“Ridge and Runnel”) ocorrem, frequentemente, em praias arenosas de baixo declive resultando, normalmente, da grande quantidade de sedimentos disponíveis (Granja, 1995). Os “ridge” formam-se quando o fornecimento de sedimentos da praia emersa é tal que a ondulação acumula areia na praia baixa, sob a forma de barras, as quais tendem a migrar para terra sob o efeito conjugado da ondulação e das marés, tratando-se pois, de uma forma de acreção. Os canais, “runnel”, são zonas preferenciais de escoamento da água quando a maré está a descer.

Através da tabela 12 é possível verificar que nem em todas as estações se observou esta morfologia de praia. Apenas nas estações M5, com o maior número de ocorrências (foto 20), M1, M2, M3, M6 e M10 (foto 54) em que Dezembro foi o mês onde todas estas estações apresentaram esta morfologia de praia, seguido do mês de Outubro de 2002.

Escarpas de Erosão

As escarpas de erosão ocorrem, normalmente, quando as bermas são destruídas, no caso de um perfil reflectivo, ou quando não existem, no caso de um perfil dissipativo, uma vez que a praia não oferece protecção no caso de uma agitação marítima mais energética, como por exemplo, por efeito de um temporal. Durante os episódios de temporais, a praia

emersa apresenta, frequentemente, um perfil mais côncavo, devido à grande remobilização de sedimentos, observando-se, por vezes, escarpas de erosão.

No período de monitorização em estudo, as escarpas de erosão surgiram na sequência da destruição das bermas de praia, nas estações M1, M2, M3, M4, M5, M7 e M10, no mês de Outubro de 2003, devido a um aumento da agitação marítima nos últimos dias de Setembro (tabela 12) (foto 8, 11, 12 e 56).

Cúspides

As cúspides ou crescentes de praia são formas rítmicas da linha de costa formadas por acção do fluxo e retorno da rebentação (“swash”), constituídas por pequenas pontas separadas por cabeças ou depressões, situando-se na praia propriamente dita, geralmente próximas da linha de preia-mar. As cúspides são caracterizadas por um gradiente (inclinação) elevado (“steep-gradient”), das pontas das cúspides apontando para o mar, onde se encontram, frequentemente, os sedimentos mais grosseiros, e gradientes mais suaves das baías entre cúspides voltadas para o mar, com a concentração dos sedimentos mais finos, muitas vezes espaçadas regularmente (Granja, 1995). A morfologia das cúspides está associada a praias de perfil reflectivo caracterizado por uma face de praia com elevada inclinação e condições de vaga (“swell”) de baixa energia com ondas progressivas (“surging breakers”) (Moreira, 1984). Existem dois tipos de cúspides nas praias arenosas em que podem ser formadas pela erosão das bermas, previamente depositadas, ou originadas a partir da deposição das pontas das cúspides sob condições acrecionárias.

As cúspides surgiram ao longo do período de monitorização com alguma frequência em quase todas as estações, à excepção da estação M1 em que não se verificou este tipo de morfologia (tabela 12).

As cúspides ocorreram, frequentemente, nas estações associadas ao enrocamento da Vagueira, M2, M3 e M4. Estas também surgiram nas estações localizadas entre os esporões da Vagueira e do Labrego, no mês de Dezembro de 2002 (tabela 12). Este tipo de morfologia surge, também, com maior frequência, ao longo dos meses de Verão, nas estações a Sul do esporão do Labrego, M9 e M10.

4.3. Variação morfológica da praia por Sectores

Após a análise das estações de monitorização ao longo do período em estudo, estabeleceu-se uma relação entre os perfis de acordo com os sectores anteriormente apresentados (fig.1).

No sector Norte encontra-se a estação de monitorização M1. No sector Enrocamento, as estações M2, M3 e M4. No sector Entre Esporões, as estações M5, M6 e M7, e no Sector Sul as estações M9 e M10 (fig. 1).

No geral, é possível concluir que relativamente ao sector Norte, os perfis realizados na estação M1 apresentaram uma praia estabilizada, com características dissipativas e reflectivas durante o inverno e o verão marítimos, respectivamente. A praia apresenta-se, de uma forma geral, larga e robusta, com uma largura média de 120 m. No entanto, e embora apresente as características previstas para uma praia estabilizada, é importante referir que esta área pertence a uma zona concessionada à Arte Xávega (foto 2 e 6), em que as morfologias são muitas vezes destruídas pelos tractores que percorrem todo este sector. Embora o cordão dunar neste sector se encontre, de certa forma, desmantelado e afectado por corredores eólicos, manteve-se relativamente estável (foto 5 e 7).

No sector Enrocamento, as três estações de monitorização apresentaram características diferentes, condicionadas pela distância ao esporão que permite a manutenção da praia em frente ao enrocamento (fig. 1). No entanto, os enrocamentos acarretam problemas graves à dinâmica da praia como a erosão passiva, devido às tendências que existiam no sector antes da construção desta obra, e a erosão activa, devido à interacção do enrocamento com os processos costeiros locais (Pilkey e Wright, 1988). Com a contínua diminuição do fornecimento de sedimentos ao litoral em estudo a subida do nível médio das águas do mar, os enrocamentos podem levar ao desaparecimento total da praia. A maior largura da praia deste enrocamento é directamente proporcional à menor distância ao esporão, sendo que em média, a largura da praia varia entre os 80m e os 50 m em períodos de baixamar viva. Nas estações M2 e M3 já não existe a alta praia, que corresponde à praia situada acima do nível de preiamar, estando o enrocamento sujeito ao ataque das ondas (foto 9, 10, 13 e 14). Verifica-se que a estação M2 tem maior dificuldade em recuperar, apresentando bermas muito raramente. A estação M3 apresenta-se um pouco mais robusta, em comparação com M2, tendo uma recuperação mais eficaz no que diz

respeito à formação e manutenção de bermas. A estação M4, uma vez que é a que se localiza imediatamente a montante do esporão da Vagueira, é a que se mantém mais estabilizada e robusta neste sector, devido à retenção de sedimentos por parte do esporão (foto 17 e 18).

Em relação ao sector Entre Esporões, este apresenta características completamente diferentes face à localização das estações relativamente aos esporões (fig. 1). A estação M5, limitada por um dique arenoso, apresenta um declive bastante acentuado, com características dissipativas ao longo de quase todo o ano e, raramente, apresenta bermas, o que é atribuído à sua localização a jusante do esporão da Vagueira (foto 19 e 22). A estação M6, localizada a meio deste sector, regista uma melhor recuperação face à estação anterior, com maior frequência de bermas; a duna artificial é bastante instável, sendo o sedimento constantemente remobilizado (foto 26, 27 e 28). A estação M7 apresenta características dissipativas no inverno, mas recuperando facilmente no verão, apresentando mesmo a formação de uma segunda berma. A quantidade de sedimentos retidos pelo esporão do Labrego confere a esta praia uma robustez que não existe em qualquer outra estação de monitorização (foto 32). Embora o cordão dunar se encontre muito deteriorado, este manteve-se estável durante o período em estudo (foto 30). A praia situada neste sector apresenta-se com uma largura que varia entre os 80 e os 120 m.

As estações do sector Sul foram as que sofreram um processo erosivo mais intenso relativamente às anteriores (fig. 1). O facto de se localizarem a Sul do esporão do Labrego, induziu, na estação M9, o recuo de parte do dique arenoso e, inclusivé, o seu galgamento em Novembro de 2002 (foto 35, 36, 41 e 45). Após a reconstrução do dique, a praia apresentou um perfil com características dissipativas, recuperando para um perfil reflectivo em Maio, com a formação de bermas e sua manutenção até ao fim do estudo (foto 37, 38, 42, 42, 44, 47 e 48). Na estação M10 também ocorreram processos erosivos que provocaram o completo desaparecimento dos vestígios do antigo cordão dunar frontal, que se encontravam na base do dique arenoso (foto 49, 50 e 55). No entanto, a praia apresentou alguma recuperação, uma vez que, a partir de Setembro, observou-se o aparecimento de formas domáticas na alta praia (foto 53). Este facto pode ser devido à construção do esporão do Areão, entre Dezembro de 2002 e Fevereiro de 2003, a menos de 1km de distância desta estação, que induz uma maior retenção de sedimentos nas praias a Norte. Esta praia apresentou-se sempre como a mais larga de todas, atingindo em média uma

largura de 130 m, sendo, no entanto, a que se encontra a menor distância do canal de Mira, devido aos recuos sucessivos que tem sofrido.

Durante o período de estudo, verificou-se que as praias da Vagueira mostraram-se aparentemente estabilizadas, não se registando recuos significativos, tendo as mesmas, mais cedo ou mais tarde, recuperado as características reflectivas. O sector Sul, em que ocorreram os processos erosivos mais relevantes, apresentou uma tendência geral para a estabilização, após a construção do esporão do Areão. No entanto, não se pode deixar de referir que no ano em estudo não ocorreram condições de agitação marítima excepcionais, ou seja, a ocorrência de temporais que, no entanto, caracterizam a costa ocidental portuguesa.

4.4. Comparação de Estações de Monitorização

Uma vez que esta área tem sido objecto de estudo ao longo dos últimos anos, foi possível comparar diversos perfis de praia, realizados em três estações de monitorização coincidentes nos anos anteriores, com o sentido de observar o comportamento morfológico e quantificar os recuos do cordão dunar frontal. Boto (1997), Pereira (2000) e Bernardes (não publicado) realizaram, entre 1996 e 2000, perfis de praia transversais nas estações M1, M9 e M10, permitindo a junção desses dados com os obtidos durante este trabalho.

A estação M1 tem tido, desde 1996, um comportamento relativamente estável como confirmam os valores de recuo médio correspondentes ao período 1999-2002 (tabela 11), observando-se um ligeiro recuo no limite externo da duna entre 1998 e 2002 (gráfico 15). As discrepâncias observadas no limite externo da duna, entre 1996 e 1998, e na crista da duna, entre 1996-2000 e 2002-2003, correspondem à diferença de alinhamentos em cada período, dada a impossibilidade de manter pontos fixos no cordão dunar durante um longo período de tempo. No entanto, sendo estas discrepâncias de apenas 1 ou 2 metros para Este ou Oeste, é possível observar a relativa estabilidade deste cordão dunar frontal e da praia adjacente (foto 57 a 64).

Da análise do gráfico 16, correspondente à estação M9, observa-se um recuo significativo do cordão dunar frontal entre 1996 e 2003. Esta estação, inserida no sector Sul (fig. 1), experimentou um recuo médio do limite externo do cordão dunar frontal de 67m, entre 1998 e 2002 (tabela 11). Entre Outubro de 1996 e Outubro de 2002, esta

estação sofreu um recuo aproximado de 80m, tendo-se observado o maior valor entre Outubro de 1999 e Outubro de 2002 (gráfico 16). No entanto, é possível verificar que entre 1996 e 1998, já se nota um recuo do cordão dunar, o que demonstra que a praia e a duna frontal não tinham condições para suportar condições de agitação marítima mais adversas, como veio a acontecer no inverno de 1998/1999 (foto 65, 66, 67, 69 e 70). Os temporais que ocorreram nesta altura galgaram e desmantelaram parcialmente o cordão dunar, levando à necessidade de uma intervenção de urgência com a construção de um dique arenoso em Janeiro e Maio de 1999 (foto 68 e 71). No inverno de 2000/2001, devido à erosão contínua do cordão dunar e do dique, e à iminência de abertura de um canal de ligação entre a laguna e o mar, houve necessidade de prolongar e recuar, cerca de 70 m, todo o dique arenoso, iniciado em 1999, para a posição em que se encontrava em Outubro de 2002 (gráfico 16) (foto 72). A falta de aplicação de outras técnicas de protecção costeira, que devem ser conjugadas com estas estruturas de forma a obter um cordão dunar artificial, e o contínuo ataque do mar na base do dique, leva a que em Novembro de 2002 mais de metade do dique arenoso fosse erodido e galgado (foto 34, 35, 36, 40, 41 e 45). Em Dezembro de 2002, iniciaram, mais uma vez, as obras de reconstrução do dique arenoso, numa posição mais avançada do que ocupava anteriormente (foto 37, 42, 46 e 47).

Na estação M10, inserida também no sector Sul (fig.1), ocorreu uma situação semelhante à da estação M9 (gráfico 17). O recuo mais significativo observou-se entre 2000 e 2002, o que já era esperado dado o comportamento da estação entre 1996 e 1999. Durante estes anos, o cordão dunar sofreu um recuo significativo com perda da duna frontal entre Novembro de 1996 e Outubro de 1997 (cerca de 10m), passando a duna interna a funcionar como duna frontal neste ano. Esta situação continuou a verificar-se em 1998 com a erosão da duna, que recuou mais 12 m, sendo esta apenas um vestígio da que existia em 1996; a situação manteve-se relativamente estável até 1999 (gráfico 17) (foto 73, 74 e 75). Devido aos temporais do Inverno de 1998/1999, houve a necessidade de proteger o interior e evitar uma eminente ligação entre a laguna e o mar, com a construção de um dique arenoso em Novembro de 2000 (foto 77). Este foi construído numa posição mais avançada que o cordão dunar frontal em 1996, numa tentativa de manter uma distância maior entre a laguna e o mar, tentativa que se revelou falhada devido ao contínuo processo de erosão que esta zona sofre, chegando mesmo, em 2001, a ocorrer um galgamento generalizado de toda a zona, com a abertura de um canal de ligação entre o mar e a laguna

(foto 76 e 78). Por este motivo, há necessidade de recuar cada vez mais a duna artificial, que se manteve relativamente estável entre 2002 e 2003. Importa esclarecer que os vestígios da zona interdunar do cordão dunar frontal, que surgem na alta praia em Outubro de 2002, desapareceram completamente no inverno de 2003, o que significa que a base do dique arenoso está sujeito ao ataque das ondas durante o inverno marítimo, o que demonstra a fragilidade desta estrutura (foto 49, 50 e 51).

Gráfico 15 – Perfis realizados na Estação M1 de 1996 a 2003

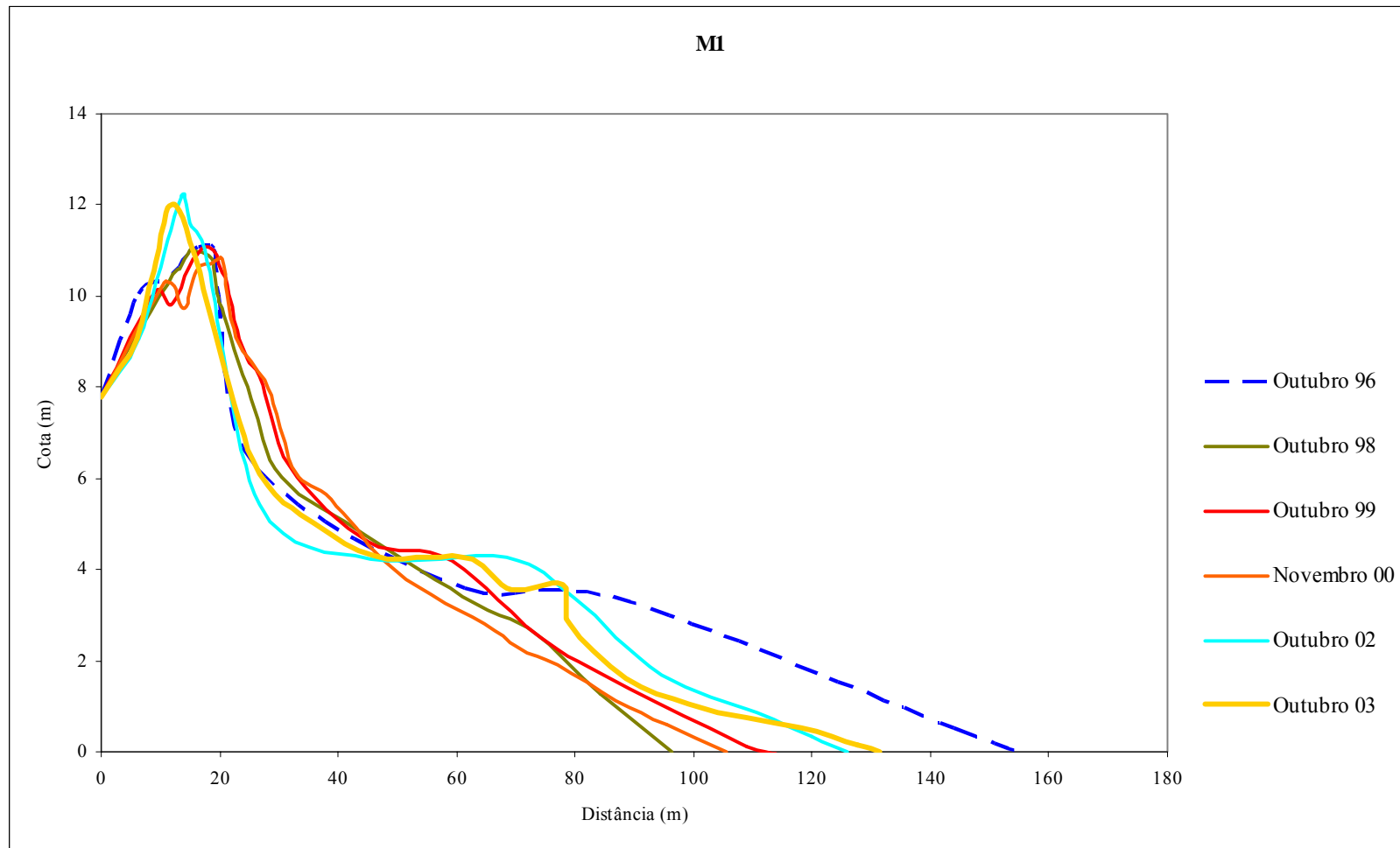




Foto 57 – Estação M1:vista para N em 1996 (foto: C. Bernardes, 1996)



Foto 58 – Estação M1:vista para N em 1998 (foto: C. Bernardes, 1998)



Foto 59 – Estação M1: vista para N em Outubro de 2002



Foto 60 – Estação M1: vista para N em Outubro de 2003. Observe-se a relativa estabilidade do cordão dunar frontal neste período de tempo



Foto 61 – Estação M1: vista para S em 1996 (foto: C. Bernardes, 1996)



Foto 62 – Estação M1: vista para S em 1998 (foto: C. Bernardes, 1998)



Foto 63 – Estação M1: vista para S em Outubro de 2003

fotos anteriores. Observe-se a relativa estabilidade do cordão dunar frontal, embora seja visível o seu desmantelamento.



Foto 64 – Estação M1: vista para S em Outubro de 2003. Comparar com

Gráfico 16 – Perfis realizados na Estação M9 de 1996 a 2003

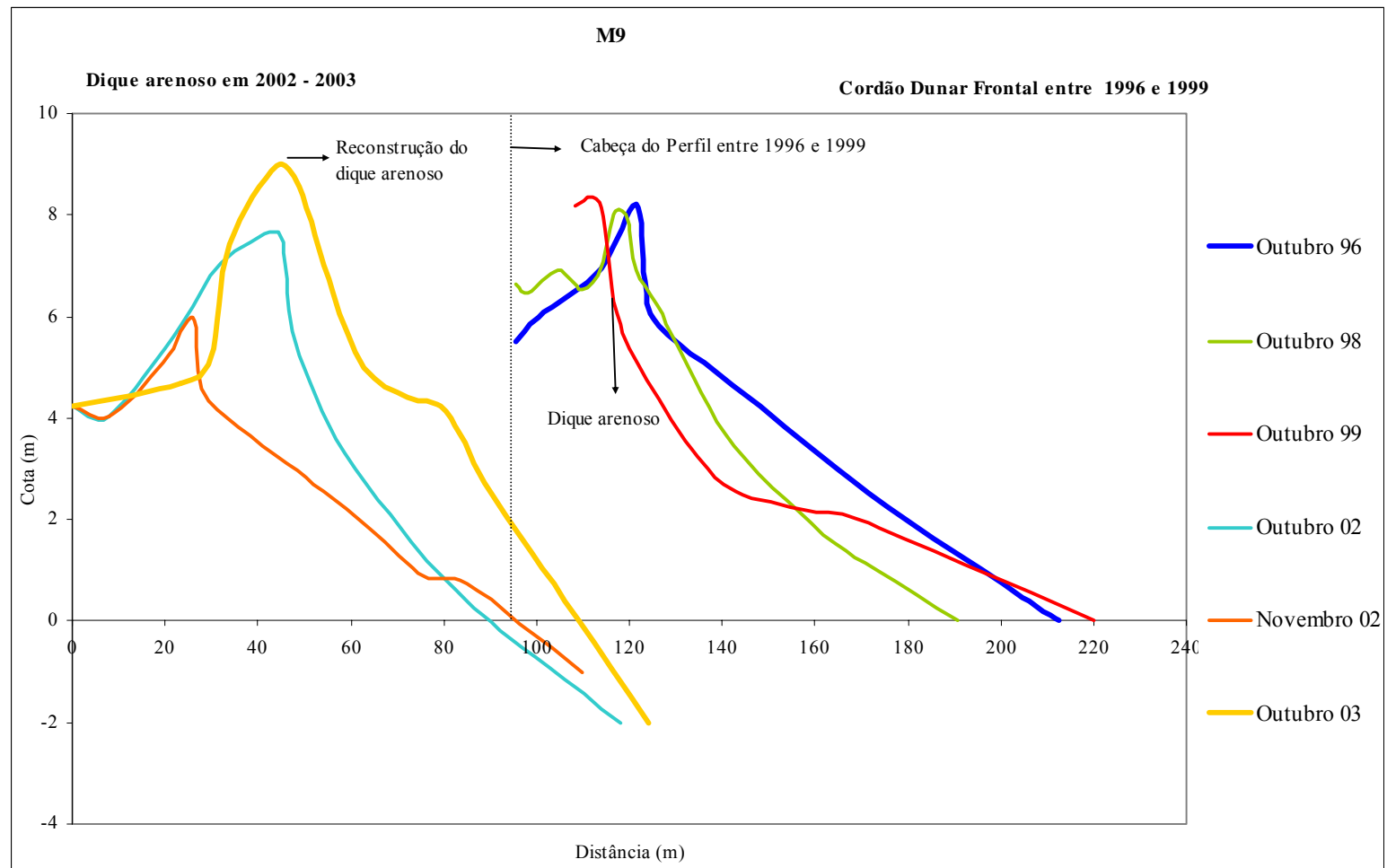




Foto 65 – Estação M9: vista para N em Julho de 1998. Observe-se, esquerda, a zona de galgamento (foto: C. Bernardes, 1998)



Foto 66 – Estação M9: vista para N em Dezembro de 1998 (foto: C. à Bernardes, 1998)



Foto 67 – Estação M9: vista para N a 31 de Dezembro de 1998 (foto: C. Bernardes, 19968)



Foto 68 – Estação M9: vista para S em Maio de 1999, onde é visível o início da construção do dique arenoso (foto: C. Bernardes, 1999)



Foto 69 – Estação M9: vista para S em Dezembro de 1998 (foto: C. Bernardes, 1998)



Foto 70 – Estação M9: vista para S em Janeiro de 1999, após o temporal (foto: C. Bernardes, 1999)



Foto 71 – Estação M9: vista para S em Janeiro de 1999. Observe-se a dragagem de sedimentos da linha de baixamar, para a construção do dique arenoso pelo método de “Buldozing” (foto: C. Bernardes, 1999)



Foto 72 – Estação M9: vista para S em Janeiro de 2001. Construção do dique arenoso (foto: C. Bernardes, 2001)

Gráfico 17 – Perfis realizados na Estação M10 de 1996 a 2003

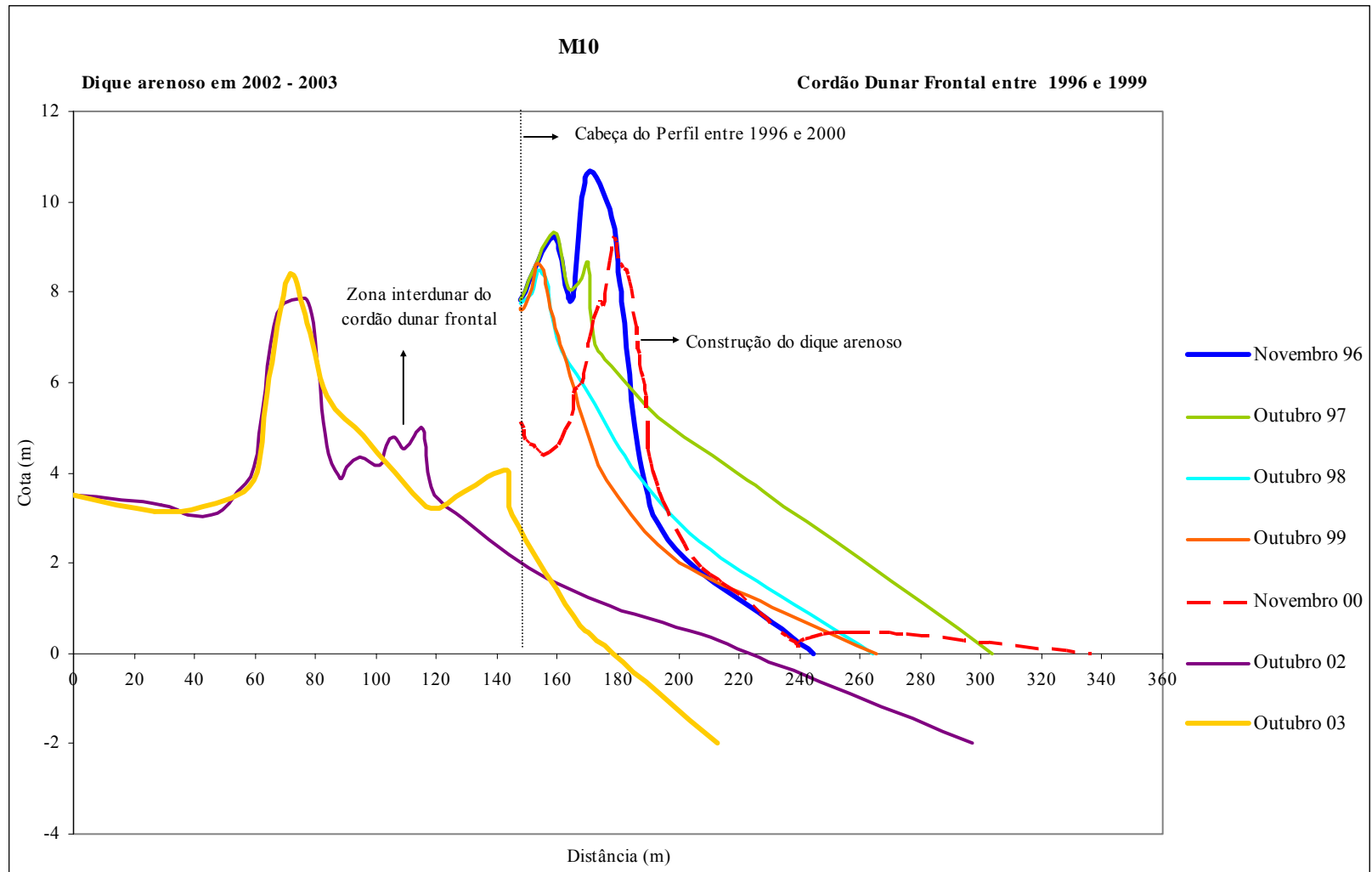




Foto 73 – Estação M10: vista para N em Dezembro de 1998
(foto: C. Bernardes, 1998)



Foto 74 – Estação M10: vista para N em Julho de 1999
(foto: C. Bernardes, 1999)



Foto 75 – Estação M10: vista para N em Janeiro de 2001
(foto: C. Bernardes, 2001)



Foto 76 – Estação M10: vista para N em Fevereiro de 2001, após o episódio de galgamento; ao fundo é possível observar o canal de ligação entre o mar e a laguna (foto: C. Bernardes, 2001)



Foto 77 – Estação M10: vista para S em Dezembro de 1998. Início das obras de construção do dique arenoso (foto: C. Bernardes, 1998)



Foto 78 – Estação M10: vista para S em Fevereiro de 2001. Nesta data ocorreu um galgamento generalizado a toda a zona, com a consequente abertura de um canal de ligação entre o mar e a laguna (foto: C. Bernardes, 2001)

CAPITULO 5

ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO DAS ZONAS COSTEIRAS EM PORTUGAL

5.1. INSTRUMENTOS DE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS

A forte procura e pressão que se verifica sobre o litoral português têm originado situações de desequilíbrio, determinando a artificialização da linha de costa, a degradação e destruição de sistemas naturais e o empobrecimento das paisagens.

Várias medidas têm, nos últimos anos, vindo a ser tomadas no sentido de permitir o planeamento integrado dos recursos da orla costeira, definindo regras e impondo restrições à sua ocupação e utilização.

No entanto, é reconhecida a inexistência de uma estrutura integrada de gestão adequada à resolução de problemas das zonas costeiras. Até à implementação dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira, esta gestão tinha consistido na resolução de situações de emergência e regulamentação pontual da realização de intervenções.

Actualmente, existe uma vasta quantidade de documentos jurídicos e legislativos que são aplicáveis às zonas costeiras, muitas vezes sem uma ligação coordenada entre eles. Sob o ponto de vista das actividades de planeamento, ordenamento, gestão, qualidade do ambiente, fiscalização, licenciamento de actividades e de protecção dos recursos naturais, esta diversidade de legislação é consequência de uma abordagem fragmentada e sectorial. Segundo o Conselho Nacional do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável são mais de cem as instituições públicas que têm competências na gestão do litoral português, qualquer coisa como sessenta e duas autarquias, 20 direcções regionais, 20 direcções gerais, 23 institutos, cinco comissões de coordenação regionais, várias capitanias e sete ministérios (C.N.A.D.S. 2001).

A falta de um instrumento responsável por toda a faixa costeira, integrando as múltiplas actividades aí existentes, e a ausência uma autoridade única e competente, capaz de responder eficaz e prontamente aos problemas que este ambiente apresenta, permite a indefinição de uma política comum. A implementação de uma estrutura com estas características apresenta algumas dificuldades, para além da definição de um modelo próprio. A consciência destas dificuldades deve ser confrontada com a alternativa de que “não é possível gerir bem a zona costeira sem a conhecer suficientemente e sem dispor de um corpo técnico adequado. E, sem dúvida que, uma má gestão da zona costeira tem custos mais elevados que uma boa gestão” (Figueira, 1997).

Durante a década de 90 surgiram vários planos de ordenamento e estratégias, que embora não sejam claramente direccionadas para as zonas costeiras, o seu âmbito territorial permite a sua integração, apresentando objectivos específicos orientados para estes espaços, tais como o Programa Operacional do Ambiente, o Programa Operacional da Região Centro, o Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro Litoral, a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade e a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável. Na tabela 13 resumem-se as principais linhas estratégicas de cada um deles e as suas medidas e acções no que diz respeito às zonas costeiras.

Verifica-se que em quase todos os Programas Operacionais ou Estratégias Nacionais existe uma preocupação ambiental com as zonas costeiras, consoante o seu âmbito e objectivo. A requalificação da faixa costeira e a protecção dos recursos naturais inerentes a esta zona são as acções que integram quase todos estes documentos, existindo a consciência plena dos factores negativos as afectam. No entanto, a falta de coordenação e cooperação e de uma entidade responsável apenas pelas zonas costeiras leva muitas vezes ao não cumprimento dos seus objectivos e acções.

Todos estes documentos apresentam uma abordagem espacial bastante abrangente, alguns até de carácter nacional, não sendo específicos para a área em estudo.

Os PDM's – Plano Director Municipal – são instrumentos que disciplinam o uso e ocupação do solo, podendo significar uma contenção do crescimento urbano desordenado, recuperação e renovação de espaços degradados, definição das áreas de expansão, defesa e valorização dos valores ambientais locais e envolventes. Embora a Praia da Vagueira esteja sob a alçada do Plano Director Municipal de Vagos, este não faz qualquer referência a acções que devem ser tomadas no combate à erosão e ao recuo da linha de costa, delegando todas as acções previstas para a Vagueira para o Plano de Pormenor. Este, no que diz respeito a este assunto aborda o assunto no capítulo IX, referente às zonas verdes e protecção de dunas, Artigo 48^a (MAOT, 1997):

“2-O acesso à zona de praia deve ser orientado através de passadiços em madeira e interdito o seu acesso franco mediante barreiras devidamente balizadas, com o objectivo de preservar as dunas litorais.

3-Em toda a frente de mar do Plano devem ser empreendidas acções de fixação das dunas litorais, em colaboração com as entidades de tutela.

4-Qualquer intervenção na área de reserva a sul ficará dependente da evolução fisiográfica da costa.”

Tabela 13 – Eixos Gerais, Medidas e Acções dos Principais Programas Operacionais e Estratégias Nacionais relativamente às Zonas Costeiras

Plano	P.O.A.	E.N.C.N.B.	P.O.R.C	PROT CL	E.N.D.S.
Eixos gerais	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão Sustentável dos Recursos Naturais - Integração do Ambiente nas Actividades Económicas e Sociais - Assistência Técnica 	<ul style="list-style-type: none"> - Alcançar uma maior protecção e conservação da natureza e biodiversidade, para que seja possível salvaguardar os diversos elementos patrimoniais ambientais - Adopção de planos e programas internacionais e nacionais, com vista a integrar a conservação e a utilização sustentável da diversidade biológica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Um modelo territorial equilibrado, qualificado e activo - Uma economia competitiva, inovadora e solidária - Um ambiente de qualidade e recursos do território valorizados e preservados - Cidadãos informados e participantes, recursos humanos qualificados 	<ul style="list-style-type: none"> - Concepção de ordenamento do litoral que procure “integrar e articular o território regional envolvente tendo presente, ainda, as vocações (potencialidades) e actividades desenvolvidas - Compatibilizar globalmente o crescimento económico e demográfico, bem como a expansão urbana, com o correcto aproveitamento das potencialidades naturais e do património cultural de modo a conseguir-se um normal processo de desenvolvimento do território 	<ul style="list-style-type: none"> - Garantir o desenvolvimento equilibrado do território - Melhorar a qualidade do ambiente - Produção e consumo sustentáveis - Em direcção a uma sociedade solidária e do conhecimento.
Medidas	Valorização e protecção dos recursos naturais, que consistam na protecção e requalificação da faixa costeira, de forma compatível com o preconizado nos Planos de Ordenamento da Orla Costeira	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperação das arribas litorais e dos ecossistemas dunares - Combate à erosão - Recarga e valorização das praias - Salvaguarda e requalificação de zonas estuarinas e lagunares 	<ul style="list-style-type: none"> - Acesso da população aos “serviços universais” e infra-estruturação do território; - Qualificação urbana e ordenamento do território; - Valorização das potencialidades de territórios específicos; - Qualificação dos factores de competitividade da economia regional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Resolução de questões ambientais, tais como a saturação das zonas balneares e o excesso de fluxo turístico que ocorre em direcção às praias - Intervenções na faixa costeira, ligadas à concentração urbana e industrial no Centro Litoral, de forma a potenciar os recursos e equipamentos existentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão integrada das zonas costeiras - Reforçar os sistemas de monitorização e de informação, bem como de instrumentos de avaliação e previsão - Enquadramento do Programa Litoral com os POOC's e a Carta de Risco para o litoral com os demais instrumentos de planeamento

<p>Acções</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Protecção física e biológica da costa com minimização dos efeitos erosivos, tais como a reabilitação de sistemas dunares e a estabilização de arribas e falésias” - Requalificação e ordenamento do espaço público e dos respectivos usos, tais como, a retirada de intrusões visuais e paisagísticas e construção de infra-estruturas com repercussões na qualidade da fruição balnear e na segurança de pessoas e bens 	<ul style="list-style-type: none"> - Defesa e reabilitação dos sistemas dunares - Recarga de praias, - Reabilitação e requalificação de áreas degradadas e frentes urbanas - Requalificação ambiental - Obras de defesa em zonas de risco - Valorização de praias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conclusão e plena implementação dos POOC's - Avaliação da capacidade de carga das zonas litorais - Consideração da Carta de Risco do Litoral - Inventariação das áreas críticas em termos de património geológico e paleontológico e da biodiversidade - Controlo e erradicação da flora exótica invasora dos cordões dunares e arribas - Reforço da fiscalização, de forma a proceder-se a uma correcta gestão (integrada) das zonas costeiras 	<ul style="list-style-type: none"> - Valorização e protecção dos recursos naturais - Intervenções específicas quer de protecção quer de requalificação da faixa costeira, compatíveis com o preceituado nos POOC's - Reabilitação e a valorização da rede hidrográfica nacional e das albufeiras 	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperação do sistema dunar - Restrição do nº de acessos motorizados e de novas vias paralelas à linha de costa - Proibição da ocupação da faixa costeira por actividades que não justifiquem a sua proximidade ao mar - Execução dos POOC's 	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de um Instituto Nacional da Zona Costeira, vinculado ao Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território - Criação de zonas de protecção especial marinhas
----------------------	---	--	--	---	--	--

P.O.A. – Programa Operacional do Ambiente

E.N.C.N.B. – Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade

P.O.R.C. – Plano Operacional da Região Centro

PROT CL – Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro Litoral

E.N.D.S. – Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável

No que diz respeito a programas de actuação específicos para as zonas costeiras existem também alguns documentos com principal relevância para o Plano de Ordenamento da Orla Costeira, normalmente designado por POOC. A Estratégia para a Gestão Integrada na Orla Costeira e o Programa Finisterra são documentos que surgiram posteriormente ao POOC e que se baseiam no pressuposto de que todos os objectivos deste foram cumpridos.

PLANO DE ORDENAMENTO DA ORLA COSTEIRA

Os fenómenos responsáveis pelas condições presentes no litoral são de natureza diversa e com expressões geográficas que ultrapassam os limites locais, regionais e mesmo nacionais. Neste contexto é possível distinguir entre as que apresentam difícil controlo e aquelas que mediante um planeamento e gestão integrados, são passíveis de ser controladas. Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) surgem como um instrumento enquadrador que pode conduzir a uma melhoria, valorização e gestão dos recursos presentes no litoral.

Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira, de acordo com a legislação em vigor, são considerados Planos especiais de Ordenamento do Território e abrangem uma faixa ao longo do litoral, a qual se designa por zona terrestre de protecção, cuja largura máxima é de 500m, contados a partir do limite da margem das águas do mar, ajustável sempre que se justifique, e uma faixa marítima de protecção que tem com limite inferior a batimétrica – 30 (Hidrotécnica Portuguesa, 1998).

Os principais objectivos dos POOC são (Hidrotécnica Portuguesa, 1998):

- Ordenar os diferentes usos e actividades específicas da orla costeira;
- Classificar as praias e regulamentar o uso balnear;
- Valorizar e qualificar as praias consideradas estratégicas por motivos ambientais e turísticos;
- Enquadrar o desenvolvimento das actividades específicas da orla costeira;
- Assegurar a defesa e conservação da natureza.

Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira preocupam-se com “a protecção e integridade biofísica do espaço, com a valorização dos recursos existentes e a conservação dos valores ambientais e paisagísticos”.

Os POOC foram consagrados como instrumentos privilegiados do planeamento e gestão do litoral, sendo, por natureza, necessários mas não suficientes para a execução de uma política de gestão das zonas costeiras. Eles continham objectivos a atingir e regras gerais de ocupação, mas não definiram os processos para concretizar esses objectivos, nem os elementos necessários às tomadas de decisão sobre a execução de intervenções nas zonas costeiras.

Após a conclusão da intervenção dos POOC nas zonas costeiras portuguesas, verifica-se que estes não resolveram grande parte dos problemas que afectam as zonas, havendo cada vez mais a necessidade de uma gestão integrada das zonas costeiras, que implemente medidas específicas e que cumpra o processo de manutenção e monitorização dessas medidas.

O POOC irá ser abordado no sub-capítulo seguinte, relativamente a programas e projectos no que se refere à Praia da Vagueira, numa tentativa analisar a actuação do POOC neste local.

Estratégia Nacional para a Gestão Integrada na Orla Costeira

Na sequência da Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro em 1992, foi instituído que os países signatários, incluindo a União Europeia, se comprometiam a uma gestão integrada e desenvolvimento sustentável das zonas costeiras. Após a definição dos princípios gerais e opções políticas da União Europeia, coube aos Estados Membros elaborar uma estratégia nacional para o desenvolvimento e aplicação desses princípios.

A integração das políticas definidas evidenciou a existência de novos desafios e novas responsabilidades:

- a protecção e valorização dos recursos naturais, que não deve ser desligada da sua fruição e utilização parcimoniosa para fins económicos,
- a existência de um conjunto de actividades cujo desenvolvimento poderá ocorrer nestes espaços, valorizando-os sem comprometer o seu potencial ecológico e paisagístico; associada aos elevados valores naturais e paisagísticos da orla costeira, e
- a existência de uma pressão permanente no sentido da transformação do uso do solo.

Estas levaram à adopção de uma Estratégia Nacional para a Gestão Integrada na orla costeira, também conhecida por Programa Litoral, na qual se definem as linhas de política e se clarifiquem os propósitos de intervenção neste espaço.

Nos termos da alínea g) do artigo 199º da Constituição o Conselho de Ministros resolveu em 1998:

- Definição clara das regras e princípios para as diferentes utilizações do litoral;
- Promoção de actividades compatíveis com a utilização sustentável dos recursos na orla costeira e salvaguarda de pessoas e bens através da elaboração de uma «Carta de Risco»;
- Gestão coordenada e integrada da zona costeira;
- Protecção dos valores naturais e patrimoniais;
- Combate aos factores antrópicos que alteram a configuração da linha de costa;
- Aprofundamento e divulgação do conhecimento de base técnico-científico;
- Clarificação da estrutura jurídico-administrativa;

A estratégia atribuía carácter prioritário de intervenção aos seguintes domínios:

- Observação continua dos fenómenos de evolução da orla costeira;
- Delimitação do domínio publico marítimo e das zonas de risco;
- Intervenção de forma articulada na qualificação da orla costeira, em consonância com as propostas dos POOC e tendo presente as tipologias territoriais existentes;
- Tipificação da estrutura de gestão da costa;
- Combate aos factores de poluição e melhoria dos índices de qualidade ambiental.

PROGRAMA FINISTERRA

O processo de erosão costeira ou recuo da faixa litoral justifica a adopção de um conjunto integrado de medidas por forma a minorar as consequências negativas e as situações de risco do fenómeno erosivo. O Programa Finisterra pretende dar resposta à necessidade de garantir uma organização e gestão equilibrada das formas de ocupação da faixa costeira nacional, possibilitando a salvaguarda e valorização dos recursos e valores naturais aí presentes. O programa Finisterra – Programa de Intervenção na Orla Costeira Continental foi aprovado em 17 de Janeiro de 2003, como uma política para o litoral, num quadro de gestão integrada das zonas costeiras, que visa atingir os seguintes objectivos (MCOTA, 2002):

- a adopção de medidas de requalificação do litoral, com prioridade para as intervenções que visem a remoção dos factores que atentam contra a segurança de pessoas e bens ou contra valores ambientais em risco;
- a incentivação da requalificação ambiental das lagoas costeiras e de outras áreas degradadas e a regeneração de praias e sistemas dunares;
- o estabelecimento de um sistema permanente de monitorização das zonas costeiras, que permita identificar e caracterizar as alterações nelas verificadas;
- a promoção de uma nova dinâmica de gestão integrada, ordenamento, requalificação e valorização das zonas costeiras;
- a promoção de uma reforma dos regimes jurídicos aplicáveis ao litoral.

O Programa Finisterra expõe uma série de princípios orientadores para a concretização dos seus objectivos. Estes princípios servem essencialmente como orientação nas acções de requalificação, protecção e valorização da orla costeira, e regem-se de forma a agilizar e integrar o conjunto de processos de intervenção nestas zonas.

Foram definidas 6 tipologias e linhas de intervenção pelo Programa Finisterra (MCOTA, 2002):

- Defesa Costeira/ Zonas de Risco;
- Requalificação de praias e sistemas dunares;
- Requalificação urbana, ambiental e defesa do património cultural;

- Zonas húmidas e lagoas costeiras – infra-estruturas de apoio às actividades produtivas;
- Sensibilização ambiental;
- Estudos e monitorização.

Para a concretização do Programa Finisterra foi equacionado um modelo de intervenção para as acções de requalificação, protecção e valorização da faixa costeira, que irá permitir (MCOTA, 2002):

- agilizar o processo de intervenção, promovendo equipas de trabalho com capacidade para a elaboração e gestão dos estudos e projectos associados às várias intervenções;

- integrar, através da realização de planos estratégicos ou de programas de intervenção, o conjunto de intervenções previsto para cada troço da faixa costeira, de forma a que seja assegurada a colaboração da administração local e de outros serviços da administração central;

- equacionar as várias possibilidades de financiamento;

- definir esquemas de atribuição às câmaras municipais e aos particulares da responsabilidade pela execução e pelo financiamento de acções associadas ao planeamento, gestão e intervenção na faixa costeira.

Uma vez que o Programa Finisterra é um programa de âmbito nacional destinado a toda a faixa costeira continental a coordenação nacional do programa foi atribuída ao Instituto da Conservação da Natureza que terá como objectivo assegurar o cumprimento de cada Projecto de Intervenção (PDI).

O programa Finisterra assume-se então como o novo instrumento de gestão das zonas costeiras. O litoral, sendo uma das áreas mais sensíveis em termos de pressão humana e urbanística e com um conjunto de valores de conservação da natureza que urge preservar, necessita efectivamente de um programa de intervenção global e integrado. Porém, o documento que foi aprovado fica muito aquém das expectativas e é perigoso nalgumas vertentes que contempla. De acordo com várias organizações não governamentais de defesa e conservação do Ambiente, o Programa Finisterra apresenta um conjunto de falhas que os leva a discordar frontalmente de alguns objectivos e, principalmente, da forma como pretende requalificar a orla costeira (Quercus, *in press*):

- não se percebe o âmbito espacial do Programa - se limitado apenas às áreas abrangidas pelos Planos de Ordenamento da Orla Costeira ou se englobando uma área mais vasta;

- exclui as orlas costeiras das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira;
- não se percebe se a gestão de áreas portuárias, em particular aquelas que não têm uma vocação directamente portuária como acontece no interior de diversos estuários, ficam ou não finalmente fora da acção das Administrações Portuárias;
- não se percebe a integração entre o Programa Finisterra e os objectivos contemplados noutros Planos e Estratégias, nomeadamente o Plano Nacional da Água, os Planos de Bacia Hidrográfica ou a Estratégia de Gestão Integrada das Zonas Costeiras.
- não clarifica suficientemente um aspecto à partida positivo, de concentrar a gestão do litoral no Instituto de Conservação da Natureza, atribuindo-lhe mais uma coordenação que uma responsabilização e permitindo assim o continuar da diluição das responsabilidades na gestão do litoral;
- com os Planos de Ordenamento da Orla Costeira em implementação ou em fase final de aprovação, não se percebe exactamente a necessidade de concentração de financiamentos no quadro deste novo Programa, que se arrisca assim a ser apenas concebido para reenquadrar um trabalho em curso e não uma forma inovadora de gerir a orla costeira.
- os objectivos e linhas de intervenção são genéricos e não permitem uma análise detalhada das acções específicas que irão ser desenvolvidas, que à partida parecem ser exactamente as previstas nos Planos de Ordenamento da Orla Costeira.

Em relação às acções de defesa costeira/zonas de risco, a actuação é necessária e oportuna, mas é necessário garantir, para as obras que assim o exijam (caso da manutenção e construção de esporões e muros de protecção), a realização de avaliação de impacte ambiental.

A linha de intervenção seguinte, a requalificação de praias e sistemas dunares, poder vir a ter um grande impacte sobre a utilização do litoral. Aqui se incluem planos de praia, já integrante dos POOC, como qualquer outra acção de valorização que venha a ser entretanto promovida. A característica indiferenciada das medidas do programa – ora inclui acções já previstas nos POOC, ora outras que entretanto venham a ser promovidas – é perigosa na medida em que todas as acções são admitidas à partida. As orientações do programa não são claras; pretendem-se agilizar procedimentos para levar a cabo intervenções já programadas mas, por outro lado, permitem-se novas intervenções, não enquadradas em nenhum Plano, que entretanto venham a ser promovidas por qualquer tipo de entidade.

No capítulo da sensibilização ambiental, ao contrário do que seria de esperar, as propostas criadas não vão ao encontro da criação de atitudes e comportamentos, mas da promoção de turismo da natureza. Deveriam existir medidas direccionadas às escolas, aos residentes, a grupos específicos (turistas, por exemplo), de modo a sensibilizar e promover a alteração de atitudes.

Sendo a indefinição de competências de gestão e desarticulação dos instrumentos de ordenamento do território as causas para a actual situação caótica da orla costeira, o Programa Finisterra deveria clarificar o quadro institucional envolvido. Ora, o Programa faz precisamente o contrário; referem-se as instituições e os instrumentos de ordenamento do território, mas no quadro da operacionalização das medidas, as competências não são clarificadas, pondo em risco a eficácia das medidas e podendo mesmo ter o efeito contrário ao pretendido.

Este programa vem criar uma série de regimes jurídicos excepcionais que, a pretexto de minimizar as perturbações na vida dos cidadãos, põem em risco o direito consagrado à participação pública, aumentando, e justamente, os motivos de perturbações na vida dos cidadãos diante de um modelo de intervenção pouco claro.

A expectativa de um verdadeiro programa para o litoral continua assim frustrada. Com riscos decorrentes da excessiva construção, das ameaças do transporte marítimo de determinadas mercadorias, da adaptação para a subida do nível do mar, o litoral necessita de um programa muito mais ambicioso que passa certamente por um novo enquadramento institucional rumo a um desenvolvimento sustentável das centenas de quilómetros de costa que tem Portugal.

5.1. RESUMO DO PLANO DE INTERVENÇÕES DO POOC OVAR – MARINHA GRANDE

O Plano de Ordenamento da Orla Costeira respectivo à área em estudo é o POOC Ovar – Marinha Grande. Este POOC apresentou objectivos específicos relacionados com cada componente analisada (Hidrotécnica Portuguesa, 1998):

- Proteger e recuperar os ecossistemas naturais com interesse para a conservação;
- Valorizar a orla costeira;
- Ordenar a exploração dos recursos vivos aquáticos;
- Melhorar a qualidade das águas dos sistemas aquáticos;
- Garantir a manutenção dos usos e funções da orla costeira;
- Desenvolver acções de monitorização da evolução da linha de costa;
- Garantir a manutenção do actual tipo de povoamento (nucleado), promovendo a sua expansão para o interior em forma de cunha;
- Valorizar e requalificar os espaços urbanos;
- Melhorar as condições de vida da população;
- Melhorar as acessibilidades regionais e as condições de circulação nos aglomerados;
- Contribuir para o reforço das infra-estruturas e equipamentos de apoio à pesca local;
- Reforçar a capacidade das infra-estruturas portuárias;
- Promover a imagem turística da região;
- Promover a diversificação da oferta de produtos turísticos;
- Criar as condições necessárias à afirmação do turismo balnear como eixo de desenvolvimento da região litoral;
- Promover a articulação das acções dos diversos actores económicos e sociais;
- Desenvolver as actividades económicas garantindo a preservação dos recursos naturais;
- Classificar e regulamentar as praias de uso balnear;
- Regulamentar outros usos compatíveis com o uso balnear.

Cada um destes objectivos apresentou diversos programas e projectos para as diferentes zonas costeiras do troço referente ao POOC Ovar – Marinha Grande.

Relativamente ao âmbito deste estudo, apresenta-se na seguinte tabela os objectivos do POOC que se consideram como sendo prioritários e os mais importantes para esta temática.

Tabela 14 – Principais Objectivos do POOC Ovar – Marinha Grande para a Praia da Vagueira (adaptado de Hidrotécnica Portuguesa, 1998)

Objectivo	Programa	Projecto	Descrição	Âmbito Territorial
Proteger e recuperar os ecossistemas naturais com interesse para a conservação	<i>Protecção e ordenamento das áreas naturais com interesse para a conservação</i>	Reinstalação de matos, matas e outras estruturas de vegetação natural e semi-natural	Inventariação e renaturalização dos locais artificializados e das infra-estruturas abandonadas, tanto nos ecossistemas terrestres como nos ecossistemas aquáticos	Regional
			Revegetação do sistema dunar na Vagueira Norte Revegetação do sistema dunar da praia da Vagueira	Vagos
Garantir a manutenção dos usos e funções da orla costeira	<i>Eliminação dos riscos de ruptura do cordão dunar</i>	Reconstituição do sistema dunar entre a Praia da Vagueira e a Praia de Mira	Construção de um cordão dunar com traçado “paralelo” ao previsto para a linha litoral na situação de equilíbrio estático esperada após a construção dos novos esporões E15a e E15b	Mira e Vagos
			Recuperação de paliçadas na Vagueira Norte	
		Esporão entre a Praia da Vagueira e a Praia de Mira (E15a e E15b)	A realização desta obra deverá ser precedida da elaboração de um levantamento topo-hidrográfico e respectivo projecto de execução. Construção do esporão com traçado em L e um comprimento total da ordem dos 230m, sendo cerca de 130m o comprimento do trecho perpendicular à linha de praia.	Mira Vagos
	<i>Monitorização da evolução da linha de costa</i>	Levantamento fotoaerogramétrico da faixa costeira	Levantamento fotoaerogramétrico da faixa costeira, de 10 em 10 anos.	Regional

As intervenções de defesa costeira integradas no POOC Ovar Marinha Grande abrangeu um conjunto de acções consideradas imprescindíveis para a manutenção dos

usos e actividades específicas da orla costeira, subdividindo-se em obras de defesa a manter, sistemas dunares a reconstruir e outras obras de defesa propostas. Os sistemas dunares a reconstruir correspondiam a obras complementares às obras de defesa a manter, que têm como objectivo principal impedir galgamentos. As últimas obras propostas, englobaram intervenções que resultam de situações de risco eminente de ruptura/inundação, estando incluídas nestas a construção de dois esporões (E15a e E15b), localizados a Sul da Praia da Vagueira, na Praia do Areão e Poço da Cruz, respectivamente (Hidrotécnica Portuguesa, 1998). O objectivo destes é diminuir, enquanto a transposição sedimentar da Barra de Aveiro não estiver em funcionamento, o recuo da linha de costa.

Relativamente às previsões do POOC Ovar Marinha Grande para o Trecho da Vagueira – Praia de Mira, uma vez que já foi possível concluir no ponto 5.3.2 que é o Sector Sul que continua a apresentar elevadas taxas de recuo, este plano afirma que são bastante escassas as informações quantitativas sobre a evolução deste trecho nas últimas décadas, embora “se saiba, a partir de fontes dispersas, que a erosão imediatamente a Sul do esporão Sul da praia da Vagueira (esporão do Labrego), e numa extensão significativa para sotamar, tem sido muito considerável” (Hidrotécnica Portuguesa, 1998).

De acordo com o POOC admite-se que este trecho rodará em torno do ponto fixo materializado pelo esporão norte da Praia de Mira e quando atingir a posição de equilíbrio estático a linha litoral terá a orientação $Az=20^\circ$. Se nenhum outro ponto fixo fosse criado entre a Praia da Vagueira e a Praia de Mira, o recuo máximo atingido seria de cerca de 1.5 km a sul do esporão do Labrego, e assumiria um valor avaliado em relação à linha de praia actual (levantamento de 1996) da ordem de 1 km, o que é muito mais que o necessário para o canal de Mira entrar em comunicação directa com o oceano. Visto ser uma solução indesejável por parte do POOC, a solução proposta passou pela introdução de dois pontos fixos intermédios (esporões), nas posições mais aconselháveis face à largura da faixa marginal poente do canal de Mira (entre a margem deste e a linha litoral) (Hidrotécnica Portuguesa, 1998).

Uma das alternativas, a de deixar a linha de costa evoluir naturalmente e, consequentemente, permitir a existência de uma nova embocadura do canal de Mira, a Sul da Praia da Vagueira, deveria ser equacionada através de um estudo de impacte ambiental. No entanto, uma vez que os impactes ambientais, sociais e económicos decorrentes desta alternativa seriam muito significativos e, em alguns casos,

irreversíveis, a prioridade da construção destes esporões tornou-se inevitável. Segundo o POOC os recuos máximos avaliados em relação à linha de praia de 1996 ficariam reduzidos aos seguintes valores após a construção destes dois pontos (Hidrotécnica Portuguesa, 1998):

- imediatamente a sul do esporão do Labrego: ≈ 250 m
- imediatamente a sul do esporão E15a: ≈ 300 m
- imediatamente a sul do esporão E15b: ≈ 350 m

Embora as duas estruturas transversais propostas reduzam significativamente a perda de território litoral, os recuos máximos da linha de praia consentidos (entre 250 e 350 m) são mais que suficientes para romper e ultrapassar o cordão dunar remanescente nos três pontos críticos assinalados. Para evitar o rompimento haverá que assegurar uma de duas medidas possíveis (Hidrotécnica Portuguesa, 1998):

- providenciar à translação do sistema dunar a par e passo com o recuo da linha de praia;
- criar um sistema dunar artificial por trás do alinhamento de equilíbrio e deixar que a costa evolua à sua vontade.

A previsão do horizonte temporal a que se dará a estabilização deste trecho costeiro, com os dois pontos fixos adicionais propostos pelo POOC depende fortemente da solução que vier a ser adoptada para o problema da transposição sedimentar da Barra de Aveiro, analisando-se dois cenários possíveis (Hidrotécnica Portuguesa, 1998):

- Cenário 1: transposição sedimentar da Barra de Aveiro é artificialmente assegurada a 100%.

Nesta hipótese, as praias a sul de Aveiro passariam a estar em equilíbrio dinâmico por um período muito longo, da ordem dos dois séculos ou superior (enquanto a praia de S. Jacinto fosse alimentada abundantemente pelo processo erosivo da costa que lhe fica a Norte). Os segmentos agora em situação crítica recuperariam alguma da largura e robustez perdidas, e obras adicionais atrás propostas (esporões E15a e E15b) seriam dispensáveis (Hidrotécnica Portuguesa, 1998);

- Cenário 2: os problemas sedimentares da barra de Aveiro continuarão a ser enfrentados com a metodologia dos últimos anos, com a extracção de areias de S. Jacinto e com dragagens do banco exterior sem reposição.

Uma vez que o cenário que prevaleceu foi o segundo, e tendo em conta que o POOC já previa esta situação, foi calculada a posição da linha litoral dentro de 10 anos. Baseados no pressuposto que a causa do processo erosivo terá sido o deficit de

alimentação sedimentar, e que o mesmo terá sido e continuará a ser menos intenso que no trecho Costa Nova - Praia da Vagueira, o POOC julgou prudente admitir que um recuo da mesma ordem de grandeza (80 m) poderá vir a registar-se imediatamente a Sul do esporão do Labrego, admitindo que se os esporões propostos não entrarem em funcionamento nos próximos anos (que não especifica quantos, mas que se presume que seriam dentro do prazo estipulado pelo POOC, o que realmente aconteceu), “dever-se-ia admitir por prudência (por excesso) que o recuo da linha litoral se distribuirá linearmente no trecho Praia da Vagueira – Praia de Mira, entre o valor máximo indicado para a sua extremidade norte (80 m) e zero na extremidade Sul. Se aquelas obras entrarem em funcionamento nos próximos dez anos, seria prudente admitir que, nos anos imediatamente subsequentes, o ritmo de recuo na zona adjacente a sotamar será de 8 m/ano” (Hidrotécnica Portuguesa, 1998).

De acordo com os dados obtidos neste trabalho é possível confirmar que em apenas 4 anos (de 1998 a 2002) o Sector Sul, embora não corresponda à totalidade do trecho apresentado no POOC, o recuo na extremidade norte atingiu os 16.7 m/ano, obtendo um recuo médio de aproximadamente 60 metros.

Além destas acções, o POOC Ovar Marinha Grande previa também (Hidrotécnica Portuguesa, 1998):

- Verificação periódica e recuperação imediata das degradações detectadas nas infra-estruturas de apoio à utilização recreativa das praias (banhar, pesca lúdica, etc.), nomeadamente acessos pedonais, estacionamento, recipientes para o lixo e iluminação;
- Realização periódica de acções de limpeza dos areais, durante todo o ano, inclusive fora das áreas concessionadas;
- Recolha de lixo e limpeza dos recipientes instaladas no areal e áreas de estacionamento durante todo o ano;
- Acções de educação e sensibilização ambiental: elaboração de um código de boas práticas ambientais para os utilizadores da orla costeira;
- Acções de sensibilização e educação ambiental dirigidas à população e aos turistas, no sentido de promover a correcta utilização do património ambiental, através da realização de campanhas de divulgação;
- Inventariação dos palheiros existentes e recuperação, preservando o traço original do espaço urbano.

Verifica-se, no entanto, que embora ambos os esporões já estejam construídos e uma vez que o plano de intervenções deste POOC já terminou, não existe qualquer

perspectiva da transposição de sedimentos por “Bypass” da Barra de Aveiro conforme previsto no POOC, situação, que conforme este plano, iria resolver todos os problemas a nível de recuo da linha de costa, uma vez que a sua principal causa é o défice sedimentar. As previsões do POOC relativamente ao recuo da linha de costa para um período de 10 anos, e definidas como por excesso, saíram completamente frustradas, baseadas apenas em pressupostos teóricos e comportamentos de outros trechos que não se aplicam ao sector em estudo.

Também as acções previstas no POOC Ovar Marinha Grande como a reconstituição do sistema dunar entre a Praia da Vagueira e a Praia de Mira, a revegetação do sistema dunar na Vagueira Norte, a revegetação do sistema dunar da praia da Vagueira e a recuperação de paliçadas na Vagueira Norte, tal como a construção e manutenção de acessos à praia, como passadiços de madeira sobreelevados, a limpeza das praias, e campanhas de sensibilização ambiental para a conservação dos sistemas dunares não foram contemplados durante o período de execução do POOC na Praia da Vagueira.

CAPITULO 6

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. CONCLUSÕES

- Em 1958, o cordão dunar frontal na zona da Praia da Vagueira apresentava já sinais evidentes de erosão, resultado de uma diminuição progressiva da diminuição do fornecimento de sedimentos através da deriva litoral (retenção dos sedimentos por parte das barragens do rio Douro e das obras de protecção costeiras construídas em datas anteriores a esta época, a Norte de S. Jacinto);
- Em 1970, observa-se um abrandamento do processo erosivo com a consequente reconstrução do cordão dunar frontal que se apresenta completamente restabelecido. Este processo deve-se à estabilização volumétrica do banco da Barra de Aveiro; entre 1962/64 terminou a fase de “engordamento” contínuo do banco exterior, sendo de admitir que a partir dessa data as praias a Sul recomeçassem a ser alimentadas com volumes significativos de areia transposta naturalmente da praia de S. Jacinto;
- Intensificação do processo erosivo até 1998, onde o cordão dunar frontal encontra-se já bastante deteriorado e onde o cordão dunar interno ocupa uma posição frontal, levando à necessidade de construção de obras fixas de protecção costeira;
- Existência de duas áreas de fragilidade, relativamente à erosão no Sector Norte e no Sector Sul, na Praia da Vagueira;
- De 1958 a 1970 o recuo médio total na área em estudo foi de -12.4m, sendo o recuo médio anual de -1.0m;
- De 1970 a 1998 o recuo médio total na área em estudo foi de -94.5m, sendo o recuo médio anual de -3.3m;
- De 1998 a 2002 o recuo médio total na área em estudo foi de -29.1m, sendo o recuo médio anual de -7.2m;
- O maior recuo verificado foi no Sector Sul da Praia da Vagueira, em que no período de 1998 a 2002 recuou 16.7 m/ano;
- A construção de obras fixas transversais de protecção costeira veio intensificar o recuo do cordão dunar frontal a Sul das mesmas, promovendo mesmo a completa destruição do sistema dunar a jusante, por episódios de galgamento em épocas de temporais;
- A construção de obras fixas longitudinais provocou a diminuição da largura da praia adjacente, que se mantém apenas devido à existência do esporão da Vagueira;

- A evolução recente do aglomerado urbano da Vagueira, não respeitou a dinâmica natural do sistema;
- Observaram-se alterações significativas do uso e ocupação do solo, entre 1958 e 2002, verificando-se uma perda de área natural proporcional ao ganho da área construída;
- A necessidade de proteger as áreas interiores e evitar uma possível ligação do mar com a laguna levou à construção de diques arenosos a Sul das obras fixas transversais de protecção costeira;
- Devido à falta de acompanhamento e de projectos específicos para a reconstrução do cordão dunar nesta área, os diques arenosos são bastante móveis e por isso, bastantes susceptíveis à erosão;
- A construção dos diques arenosos não se sujeitou às regras específicas determinadas para a reconstrução do cordão dunar, não respeitando a distância mínima a que se devem encontrar da linha de preiamar para uma evolução eficaz do sistema, nem a colocação de paliçadas para promover a deposição de sedimentos, tal como a inexistência de vegetação autóctone plantada;
- Reconstrução e manutenção dos diques arenosos apenas em situações de emergência, ou seja, quando ocorre um episódio de galgamento do mesmo;
- Os diques arenosos são sistematicamente recuados devido à contínua erosão em períodos de preia-mar de marés vivas;
- Verificou-se a inexistência de passadiços sobreelevados para passagem de utentes e de placas de informação no que diz respeito à conservação dos ecossistemas dunares;
- Verificou-se a inexistência de limpeza das praias e dos seus acessos;
- Observou-se uma lacuna na monitorização por parte das autoridades competentes e de um programa específico de reabilitação da faixa costeira da Vagueira por uma equipa interdisciplinar;
- A morfologia da praia emersa é muito variável, devido à presença das obras fixas de protecção costeira;
- Os perfis de todas as estações da área em estudo apresentaram a ciclicidade sazonal que é comum, recuperando mais tarde os que estão a jusante das obras transversais de protecção costeira; no período de verão predominam os processos de acreção

com a existência de bermas; no período de inverno predominam os processos de erosão, com uma praia mais estreita, geralmente sem bermas e com perfil de características dissipativas;

6.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da análise da evolução da linha de costa na Praia da Vagueira, desde 1958, verificou-se que este sector costeiro tem sofrido um recuo considerável. Com o intuito de promover a diminuição destas elevadas taxas de recuo da área em estudo, foram construídas, ao longo das últimas décadas, várias obras fixas de protecção costeira, transversais e longitudinais à linha de costa, que têm demonstrado que tanto podem ter consequências positivas como negativas. No entanto, as consequências negativas destas obras têm contribuído para a aceleração da erosão costeira mais do que seria de esperar, não sendo possível dissociar as elevadas taxas de recuo do cordão dunar com as consequências da construção deste tipo de obras, conforme é possível observar pelos valores obtidos neste e outros estudos efectuados no sector em causa. Os valores das taxas de variação da linha de costa nas praias artificializadas denota que as obras e técnicas de protecção costeira não se mostraram eficazes na estabilização dos locais a Sul destas obras.

A ausência de técnicas complementares associadas às obras fixas, como a reconstrução e monitorização do cordão dunar, a realimentação artificial das praias e sem dúvida, a re-introdução de sedimentos na deriva litoral, levou a que, dado a situação crítica do sector se pusessem em prática obras de emergência que impedissem o avanço do mar e a sua ligação com a laguna. As intervenções de emergência consistiram na construção de diques arenosos através de um método denominado por “Bulldozing”. Este processo consiste na remoção de uma camada fina e superficial de sedimentos da praia, que não deve ultrapassar os 0.3 m, junto à linha de baixamar ou de preiamar, consoante o objectivo pretendido (recuperação da alta praia ou da duna). De acordo com estudos realizados na Carolina do Norte, Estados Unidos (D.U.P.S.D.S., 2001), este processo é extremamente caro, com benefícios a curto-prazo, potencialmente perturbador do ambiente costeiro, e necessita de ser realizado continuamente.

Além destes inconvenientes, surge também um factor que entra em contradição com o objectivo de reconstrução do cordão dunar. Para ajudar a reforçar e fortalecer as dunas naturais (aliadas aos efeitos adicionais das raízes da vegetação autóctone) estão as forças eléctricas entre os sedimentos de granulometria uniforme e a água entre eles (forças de Vandervaal). Nas dunas reconstruídas através do processo de “Bulldozing”, constituídas por areias de praia com granulometrias variadas e fragmentos de conchas, nem as raízes da

vegetação nem as forças de Vandervaal operam, promovendo uma maior coesão às partículas, pelo que a erosão é ainda mais acentuada. Outro factor de carácter negativo deste tipo de obra, é o facto de que ao retirarem os sedimentos da praia, promove-se uma alteração do perfil de equilíbrio, aumentando o declive da mesma, com a agravante de que a deriva litoral não é capaz de repor num curto prazo de tempo os sedimentos retirados. Ou seja, quanto maior for o declive da praia, maior será a susceptibilidade à erosão, tanto da praia como da duna.

Uma vez que este processo resulta e deve ser realizado apenas como uma obra de emergência, o passo seguinte deveria ser um processo equilibrado a longo prazo de aplicação de técnicas diversificadas que incluem a plantação de espécies herbáceas, a colocação de ramos secos, a alimentação artificial das praias e da duna frontal, a instalação de paliçadas, a organização de percursos pedonais ao longo de itinerários obrigatórios e estabelecidos por delimitações físicas como as passadeiras sobreelevadas, entre outros (Ângelo, 2001). Embora nas situações de emergência não haja tempo para as fases preparatórias da implementação das técnicas de reconstrução do cordão dunar frontal, deve ser efectuada uma avaliação espacial sobre o estado do sistema praia/duna durante um determinado período de tempo, com base na comparação de levantamentos topográficos do terreno e a consulta de documentos cartográficos e fotográficos a escalas espaciais e temporais adequadas aos objectivos pretendidos (Ângelo, 2001). Deve-se ter sempre em conta a provável instabilidade do perfil praia/duna e a sua distância relativamente à linha de costa, principalmente da base frontal da duna, pois a morfologia do cordão dunar proposto para uma determinada área corresponde normalmente a um clima médio anual de agitação marítima, o que para regimes de temporais com alturas, direcções e frequências de ondas fora do normal, pode não ser muito estável (Gomes *et al*, 2002). Normalmente, o perfil inicial da reconstrução total de um cordão dunar frontal tem que ser modelado de forma irregular, geralmente com a mesma altura, inclinação e largura, de acordo com a configuração do cordão dunar original. Teoricamente, as dunas artificiais não devem ter menos de 1.20 m de altura, e uma inclinação maior que 45°, devendo rondar os 18.5°, em que a largura inicial da base da duna deve ser no mínimo 6 m, pois uma duna com uma base menor não vai crescer o suficiente em altura para permitir uma protecção eficaz em situações de tempestade. No caso de não ser uma duna reconstruída através do processo de “bulldozing”, os sedimentos importados devem apresentar uma granulometria e uma

composição semelhante aos que constituíam as dunas naturais nesta área (D.U.P.S.D.S., 2001). No entanto, pouco resolvem, visto que o problema deste sector é a deficiência sedimentar e estas acções diminuem o “stock” arenoso da praia, aumentando a sua susceptibilidade e, conseqüentemente, facilitando a erosão da duna que se construiu com areia da praia, devendo, portanto, ser acompanhadas por um projecto de alimentação artificial. Por outro lado, a localização das dunas sob condições naturais, pode ser diferente às posições ditadas pelos planos de emergência.

A experiência mostra que a reconstrução dos ambientes dunares é possível em áreas com alimentação sedimentar adequada, mas é um processo lento, tecnicamente exigente, caro e dificilmente previsível, onde diversos factores condicionam o sucesso de uma intervenção – regime aluvionar, regime de ventos, regime de agitação, granulometria dos sedimentos, microtopografia, vegetação, condições de humidade, etc., – e só muito raramente alguns destes factores são conhecidos com o pormenor adequado.

A conservação, reconstrução e estabilização das dunas litorais, a sua protecção em relação às construções e ao pisoteio, bem como o seu repovoamento vegetal, são acções que podem e devem ser incentivadas e concretizadas pelas autarquias e grupos ambientais. Estas intervenções são válidas devendo ser cuidadosamente programadas e acompanhadas por peritos, uma vez que estão instaladas num ecossistema dinâmico e extremamente móvel, principalmente durante o período de inverno, quando a agitação marítima é mais enérgica e a frequência e intensidade dos ventos é maior.

Infelizmente, face à dimensão do desequilíbrio que se verifica na faixa costeira portuguesa e à elevada energia presente, as acções de conservação, reconstrução e estabilização das dunas, por si só, não vão introduzir uma estabilização ou mesmo uma inversão da situação de erosão. Mas são, sem dúvida, um contributo importante, não só em termos de retardar o avanço do mar com em termos de protecção e recuperação de outros valores naturais.

A falta de acompanhamento demonstrado na estabilização do cordão dunar artificial da Praia da Vagueira e a intervenção apenas em situações de emergência, pode muitas vezes levar a um custo financeiro muito superior do que o que seria se fossem aplicadas técnicas adequadas, além do património ambiental que se está a perder e que jamais vai ser possível recuperar.

Conforme foi possível verificar neste estudo, a re-introdução de sedimentos na deriva litoral na década de 60, devido à estabilização volumétrica do banco externo da barra de Aveiro, veio promover a completa re-estabilização do cordão dunar frontal a Sul da Praia da Vagueira em 1970. Uma vez que é do conhecimento geral da comunidade científica que grande parte dos problemas de erosão que afectam este trecho litoral poderiam ser minimizados com a transposição de sedimentos, pelo método de “Bypass” de S. Jacinto para Sul, é urgente que as entidades competentes tomem uma decisão. A falta de uma política integrada para as zonas costeiras leva a desajustes, uma vez que a zona costeira não pode ser considerada por sectores mas como um todo, em que as intervenções num dado local vão se repercutir ao longo da costa.

A Gestão Integrada das Zonas Costeiras é de facto fundamental para resolver o estatuto legal e as intervenções neste território, que visa promover modelos de desenvolvimento que privilegiem a protecção e a valorização dos seus recursos sócio-culturais, dos ecossistemas e recursos naturais, dos ambientes litorais (naturais, urbanos, rurais, florestais, balneares) e da qualidade de vida das populações. É, sem dúvida, um processo dinâmico, tal como o ambiente onde é aplicado, em que se desenvolvem e implementam estratégias coordenadas, multisectoriais e de longo termo, apoiadas em adequadas caracterizações fisiográficas e na compreensão dos processos naturais, na inventariação e na monitorização dos ecossistemas e dos recursos, na inventariação e zonamento de usos, em análises de sensibilidades e riscos, na avaliação de efeitos cumulativos, em análises de capacidade carga dos ecossistemas, em enquadramentos legais e institucionais apropriados, na avaliação dos impactos ambientais, económicos e sociais induzidos pelas intervenções (Gomes e Taveira - Pinto, 1997)

Embora a Gestão Integrada das Zonas Costeiras seja um objectivo ainda por atingir no litoral português, os princípios orientadores para o estabelecimento de uma política para o litoral já foram definidos. No entanto, segundo a União Europeia (*in* Martins, 1997) “os estados costeiros que se encontram num processo de definição e implementação de programas nacionais para a gestão integrada da zona costeira (entre os quais Portugal) encontraram obstáculos tais como estruturas institucionais fragmentadas, burocracias orientadas para o sector único, interesses em competição e falta de estabelecimento de prioridades. Apesar do reconhecimento da sua importância, as relações institucionais e inter-governamentais são muitas vezes pouco articuladas, inefectivas e ineficientes”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ▶ ABECASSIS, FERNANDO – *Caracterização Geral Geomorfológica e Aluvionar da Costa Continental Portuguesa* – Comissão Nacional EUROCOAST, Universidade de Aveiro, 1997;
- ▶ ABRANTES, ISABEL – A cobertura sedimentar da plataforma e da vertente continental superior entre Espinho e Aveiro – Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para a obtenção do grau de Mestre em Ciências das Zonas Costeiras, Aveiro, 1994;
- ▶ AMORIM, INÊS – Aveiro e sua provedoria no século XVIII, Estudo económico de um espaço histórico – Comissão de Coordenação da Região Centro;
- ▶ ÂNGELO, CARLOS – *Taxas de Variação do Litoral Oeste: Uma Avaliação Temporal e Espacial* – A Zona Costeira e os Problemas Ambientais, Conferências, Comunicações. Associação EUROCOAST – Portugal, 1991;
- ▶ ÂNGELO, CARLOS – Técnicas de protecção e conservação da zona costeira, uma estratégia de gestão operacional – Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Geologia Dinâmica, Lisboa, 2001;
- ▶ BIRD, ERIC C. F. – *Beach Management* – Wiley, 1996;
- ▶ BOTO, ALEXANDRA I. F. – Evolução da zona costeira entre a Costa Nova do Prado e o Areão – Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para a obtenção do grau de Mestre em Ciências das Zonas Costeiras, Aveiro, 1997;
- ▶ BOTO, A. I. F., BERNARDES, C. A. E DIAS, J. M. A. – *Erosão litoral e recuo da linha de costa entre a Costa Nova e a Praia do Areão* – Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal, Associação EUROCOAST – Portugal, 1997;
- ▶ CAETANO, PEDRO N. H. – Análise fotointerpretativa da evolução da linha de costa e morfologias dunares entre Furadouro e Praia de Mira – Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para a obtenção do grau de Mestre em Ciências das Zonas Costeiras, Aveiro, 2002;
- ▶ CARVALHO, J.J. REIS E BARCELÓ, J.P. – A agitação marítima na costa Oeste de Portugal Metropolitano – Contribuição para o seu estudo – Ministério das Obras Públicas, LNEC, Memória 290, Lisboa, 1966
- ▶ CEHIDRO – Centro de Estudos de Hidrossistemas - Carta de Risco do Litoral. Trecho 2: Foz do Douro – Nazaré, *Notícia Explicativa*;

- CCRC – *Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro Litoral, Relatório/ Síntese*, Comissão de Coordenação da Região Centro, Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território, Coimbra, 1996;
- COIMBRA, MANUEL M. – *Reflexões históricas sobre a barra de Aveiro* – Arquivo do Distrito de Aveiro, Vol XXIX, Aveiro;
- CONSELHO NACIONAL DO AMBIENTE E DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – *Reflexão sobre o Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira*, Maio 2001;
- CORREIA, PEDRO B. – *Intervenções em áreas de risco da faixa costeira* – 2º Seminário sobre a Zona Costeira de Portugal, Ordenamento, Gestão e Aproveitamento da Zona Costeira de Portugal;
- DAVIES, J. L. – *Geographical Variation in Coastal Development*, 2nd ed., Longman, London, 1980;
- DIAS, JOÃO M., – *Contribution to the Study of The Ria de Aveiro Hydrodynamics*, Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, 288 pp., 2001;
- DUKE UNIVERSITY PROGRAM FOR THE STUDY OF DEVELOPED SHORELINES – *Reducing Vulnerability in Five North Carolina Coastal Communities: A Model Approach for Identifying; Mapping and Mitigating Coastal Hazards* – Division of Earth and Ocean Sciences, Duke Nicholas School of the Environment, August 2001;
- FERREIRA, JOSÉ S. – *A construção do porto de Leixões e a sua influência no litoral* – Arquivo do Distrito de Aveiro, Vol. XXXIII, Aveiro;
- FERREIRA, ÓSCAR – *Caracterização dos principais factores condicionantes do balanço sedimentar e da evolução da linha de costa entre Aveiro e o Cabo Mondego* – Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada, Lisboa, 1993;
- FERREIRA, ÓSCAR E DIAS, J.A. – *Evolução Recente de alguns troços do litoral entre Espinho e o Cabo Mondego* – Actas do 2º Simpósio sobre a Protecção e Revalorização da Faixa Costeira do Minho ao Liz, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, 1991;
- FIGUEIRA, PEDRO M. P. LEAL - *Como vai ser gerida a Zona Costeira Portuguesa?* - Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal, Associação EUROCOAST – Portugal, 1997;
- FERREIRA, O. E DIAS, J. A. – *Avaliação da acção de temporais na costa Oeste portuguesa (sector Aveiro – Cabo Mondego)* – Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal, Associação EUROCOAST – Portugal, 1997;
- FRENCH, PETER W. – *Coastal Defences, Processes, problems and solutions.* – London Routledge, 2001;

- GAMA, C., TABORDA, RUI E DIAS, J. A. – *Sobreelevação do nível do mar de origem meteorológica (“Storm Surge”), em Portugal Continental* – Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal, Associação EUROCOAST – Portugal, 1997;
- GARES, PAUL A. - *Factors Affecting Eolian Sediment Transport in Beach and Dune Environments* - in *Journal of Coastal Research*, Special Issue n. 3 – Dune Beach Interaction, 1988;
- GOMES, CELSO – *Conhecer o passado e o presente da Ria de Aveiro para perspetivar o seu futuro* – Revista de Geociências da Universidade de Aveiro, Vol. 7, fasc. (1-2), Aveiro, 1992;
- GOMES, F. VELOSO – *Algumas reflexões sobre a problemática das obras de protecção costeira* – Actas do 2º Simpósio sobre a Protecção e Revalorização da Faixa Costeira do Minho ao Liz, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, 1991;
- GOMES, F. VELOSO E TAVEIRA-PINTO, F. – *A opção “Protecção” para a Costa Oeste Portuguesa* - Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal, Associação EUROCOAST – Portugal, 1997;
- GOMES, F. VELOSO, TAVEIRA-PINTO, F., BARBOSA, J. P., NEVES, L. E COELHO, CARLOS – *High risk situation in the NW portuguese coast: Douro river – Cape Mondego* – The Changing Coast, Littoral 2002, Porto, EUROCOAST, 2002;
- GRANJA, HELENA M. – *Dinâmica, microformas e estruturas sedimentares de praias* – 2º Encontro de Informação sobre Dinâmica, Conservação, Protecção e Uso da Zona Costeira – Figueira da Foz, EUROCOAST, 1995;
- GRANJA, HELENA M. – *Cronologia dos Sistemas Dunares da Zona Costeira do Noroeste de Portugal* – Dunas da Zona Costeira de Portugal, Associação Nacional EUROCOAST – Portugal, 1998;
- HALL, MARY JO E PILKEY, ORRIN H. – *Effects of Hard Stabilization on Dry Beach Width for New Jersey* - Duke University Program for the Study of Developed Shorelines - *Journal of Coastal Research*, nº 7, 1991;
- HIDROPROJECTO – Plano Director Municipal de Vagos, 1998
- HIDROTÉCNICA PORTUGUESA – Plano de Ordenamento da Orla Costeira de Ovar-Marinha Grande. Ministério do Ambiente e INAG, 1998;
- INSTITUTO HIDROGRÁFICO – Roteiro da Costa de Portugal – Ministério da Defesa Nacional. Marinha. Lisboa, 1990;
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – INE – PORTUGAL – Recenseamento Geral da População 1981, 1991 e 2001.

- LOUREIRO, ADOLPHO – *Os portos marítimos de Portugal e ilhas adjacentes* – Vol. II, Lisboa, Imprensa Nacional, 1904;
- MAOT- PLANO DE PORMENOR DA PRAIA DA VAGUEIRA, 1998
- MAOT – Programa Operacional do Ambiente – Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2000;
- MARTINS, ALFREDO FERNANDES – *A configuração do litoral português no último quartel do século XIV*, Coimbra, 1947;
- MARTINS, FILOMENA M. C. PEDROSA – *Informação, Participação ...é preciso!* - Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal, Associação EUROCOAST – Portugal, 1997;
- MARTINS, MARIA J. SILVA E FREITAS, H.– *Caracterização e Avaliação da Vegetação do Sistema Dunar – Dunas de Quiaios – Mira – Dunas da Zona Costeira de Portugal*, Associação Nacional EUROCOAST – Portugal, 1998;
- MARTINS, MARIA V. A. – As obras exteriores do porto de Aveiro e as praias da Barra e da Costa Nova, Alguma história, problemas actuais, que futuro? – Geologia Costeira, Mestrado em Ciências das Zonas Costeiras, Universidade de Aveiro, (não publicado), 1996;
- MCOTA – *Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável*, Versão para Discussão Pública, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Instituto do Ambiente, Lisboa, 2002;
- MCOTA – Programa FINISTERRA – Programa de Intervenção na Orla Costeira Continental – Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, 2002;
- MENDES, HUMBERTO GABRIEL – *Cartografia e engenharia da Ria e Barra de Aveiro no último quartel do século XVIII* – Arquivo do Distrito de Aveiro;
- MOREIRA, MARIA E. S. A., – Glossário de Termos Usados em Geomorfologia Litoral – Estudos de Geografia das Regiões Tropicais – 15, Centro de Estudos Geográficos, 167 pp., Lisboa 1984;
- NEVES, FRANCISCO – *Breve História da Barra de Aveiro* – Arquivo do Distrito de Aveiro, Vol. I, Aveiro, 1935;
- NEVES, FRANCISCO – *Resumo histórico da barra de Aveiro* – Arquivo do Distrito de Aveiro, Vol. XIII, Aveiro;
- NEVES, FRANCISCO – *A região de Aveiro perante as tempestades e destruições do mês de Fevereiro de 1966* – Arquivo do Distrito de Aveiro, Vol. XXXII, Aveiro;

- NOIVO, LUÍS M. E BERNARDES, C. A. – *As Dunas de Quiaios/Tocha – Sua Morfologia e Evolução* – Dunas da Zona Costeira de Portugal, Associação Nacional EUROCOAST – Portugal, 1998;
- NORDSTROM, KARL F. – *Beaches and Dunes of Developed Coasts* – Cambridge University Press, 2000;
- NORDSTROM, K. F., PSUTY, N. E CARTER, B.– *Coastal Dunes – Form and Process.*, England, 1990;
- OLIVEIRA, I. B. MOTA – *Proteger ou não proteger ou sobre a viabilidade de diferentes opções face à erosão da costa oeste portuguesa* – Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal, Associação EUROCOAST – Portugal, 1997;
- OLIVEIRA, ORLANDO – *Origens da Ria de Aveiro* – Edição da Câmara Municipal de Aveiro, 1988;
- PEREIRA, H., PIRES, I., GOMES, N., GARCIA E SANTOS, R. – *Resultados Preliminares de «Recuperação do Cordão Dunar da Ria Formosa»* (Algarve, Portugal) – IMAR, Algarve, 2002;
- PEREIRA, LUÍS VENTURA – *Evolução de curto Prazo da linha de costa entre Costa Nova e Poço da Cruz* – Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para a obtenção do grau de Mestre em Ciências das Zonas Costeiras, Aveiro, 2000;
- PILKEY, ORRIN H. E WRIGHT, HOWARD L. – *Seawalls Versus Beaches* – Duke University Program for the Study of Developed Shorelines - Journal of Coastal Research, nº 4, 1988;
- PSUTY, NORBERT P. - *Sediment Budget and Dune/Beach Interaction* - in Journal of Coastal Research, Special Issue n. 3 – Dune Beach Interaction, 1988;
- RABBen, E. L. – *Fundamentals of Photo Interpretation. Manual of Photographic Interpretation.* American Society of Photogrammetry, Washington D.C. – 1960;
- REIGOTA, JOÃO – *A Gândara Antiga* – Centro de Estudos do Mar Luís de Albuquerque, 474 pp., Cantanhede, Mira, Vagos, 2000;
- REIS, CATARINA S. – *A Importância de Ammophila Arenaria para a Gestão das Zonas Costeiras* – Dunas da Zona Costeira de Portugal, Associação Nacional EUROCOAST – Portugal, 1998;
- SHORT, ANDREW D. – *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics* – Wiley, 1999;
- SILVESTER, RICHARD E HSU, JOHN R.C. – *Coastal Stabilization* – World Scientific Publishing, Advanced Series on Ocean Engineering, Vol. 14, 1997;

- TABORDA, RUI E DIAS, J. A. – *Análise da sobrelevação do nível do mar de origem meteorológica durante os temporais de Fevereiro/Março de 1978 e Dezembro de 1981* – GEONOVAS, nº Especial 1, A Geologia e o Ambiente, 1992;
- TEIXEIRA, ANTÓNIO T. – *A protecção do litoral* - Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal, Associação EUROCOAST – Portugal, 1997;
- TEIXEIRA, FRANCISCO J. C. – Contribuição dos métodos geofísicos para o estudo da evolução geológica da Ria de Aveiro e da plataforma continental adjacente – Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para a obtenção do grau de Mestre em Ciências das Zonas Costeiras, Aveiro, 1997;
- TEIXEIRA, SEBASTIÃO LAGE R. B. – Dinâmica Morfossedimentar da Ria de Aveiro (Portugal) – Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, na especialidade de Geologia do Ambiente, Lisboa, 1994;
- URBANO, ABEL – *A costa, o porto e a região de Aveiro na defesa de Portugal* – Arquivo do Distrito de Aveiro, Vol. III, Aveiro;
- VIDINHA, J. M., ANDRADE, C. E TEIXEIRA, S. – *Análise morfológica do Cordão Dunar entre Espinho e o Cabo Mondego* – Comissão Nacional EUROCOAST, Universidade de Aveiro, 1997;
- <http://www.inag.pt/>
- <http://www.diramb.gov.pt/>
- <http://www.icn.pt/>
- <http://www.hidrografico.pt/>
- <http://www.portodeaveiro.pt/>
- <http://www.meteo.pt/>

Anexo I – Etapas de formação e individualização da Laguna de Aveiro, posição, situação e obras de fixação da Barra

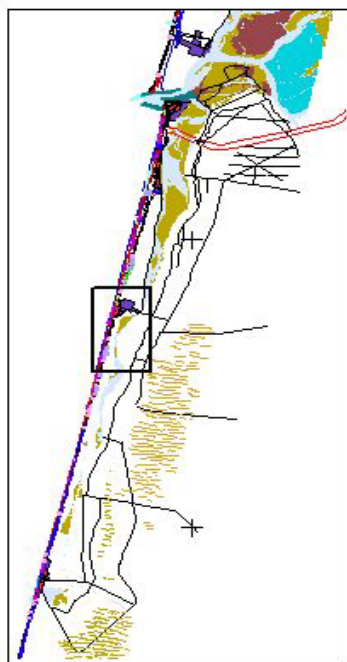
Data		Localização da Barra	Situação da Barra	Engenheiros	Tipo de obras	Proposta de abertura/Projectos
Antes do Séc. X	Baía entre Espinho e o Cabo Mondego Linha de costa junto a Esmoriz, Ovar, Estarreja, Aveiro, Ílhavo, Vagos e Mira					
A partir do séc. X	Elevado fornecimento de sedimentos continentais Formação de dois cabedelos de origem marítima: a Norte (desde o Carregal até Mira) e outro a Sul (apoiado no Cabo Mondego até Mira)					
Séc. XIII	Constituído o cabedelo da Murtosa até à Torreira O cabedelo da Gafanha seria apenas um "território alagadiço, um labirinto de canais, um dédalo de canais" Progressão do cabedelo da Murtosa para Sul	Torreira, durante todo este século				
		A Norte da actual, frente à ilha Testada				
Séc. XVI	Continua progressão do cordão litoral para Sul, devido à acção dos agentes naturais – correntes marítimas, fluviais, ventos. Constituída a parte setentrional da laguna	1515	Em frente à Capela da Nossa Senhora das Areias (S. Jacinto), perto da ilha do Monte Farinha	Nas actuais Gafanhas, dá-se a acumulação de sedimentos fluviais e marítimos, formando bancos de areia no interior da baía, dando origem às ilhas da Testada, Murraceira, Ovos, Tranqueira, Monte Farinha e outras, separadas por canais profundos		
		1553	A Sul da Capela da Nossa Senhora das Areias			
		1575	Na actual Costa Nova do Prado	Obstruída pelas areias, devido ao tempestuoso Inverno desse ano O cordão litoral atinge o paralelo das Gafanhas Início do último período da evolução lagunar tal como o da decadência económica da região	Criação de embocaduras artificiais para promover a ligação mar-laguna	
		1584	A três km a Sul da actual	Contínuo deslocamento da barra para Sul, provocando uma perda de profundidade do canal navegável		
Séc. XVII		1643	Vagueira	Falta de estabilidade do fundo da barra	Construção de um Forte na margem esquerda do canal – inscrição "Ano 1643 Rei de Portugal João 4º"	
		1685	No local da actual «Quinta do Inglês»	Navegação cada vez mais difícil, chegando a estar completamente obstruída		
		1687	Vagueira	Em boas condições	Engenheiros hidráulicos holandeses	S. Jacinto
		1700				

Séc. XVIII	<p>Continua a deslocação do cordão litoral para Sul atingindo os areais de Mira</p> <p>Definição da configuração actual do litoral e a individualização da laguna de Aveiro – isolada do mar pela formação do cordão litoral</p>	1752	Mira	Bastante obstruída Paralisação do movimento marítimo no porto de Aveiro	Engenheiro de origem húngara		6 km a Sul de S. Jacinto
		1757		Fechada	João de Sousa Ribeiro – Capitão-mor de Ilhavo	Abertura de um regueirão na Vagueira, com mais de 400 metros de largura	Vagueira, junto ao Forte Velho, a 12 km Norte da que existia nesta altura
		1758	Vagueira ou Forte Velho	Areal submerso de pouca profundidade onde o mar quebrava com muita força, com fundos e margens de areia movediça, ficando dependente do rigor dos Invernos	Francisco Xavier do Rego e Francisco Pinheiro da Cunha, Portugueses;		Conservar a passagem aberta em 1757
					Louis d'Alincourt e François Hyacinte de Polchet, Franceses		Dois projectos: um para conservar a barra aberta, outro para abrir uma mais a Norte, em S. Jacinto
					Adam Venscelas Hetochoffs, Alemão		Conservar a barra desobstruída
		1768		Falta de estabilidade e segurança			
				Invernos rigorosos acompanhados de cheias, promovendo a migração da barra			
		1771	2 Léguas e meia a Norte do extremo Sul da laguna – próximo da Vagueira				
		1777	¾ Légua abaixo da Vagueira	Barra insuficiente para manter o regime de marés necessário à salubridade da zona e segurança da navegação	Guilherme Elsdén Isidoro Paulo Pereira Manuel de Sousa Ramos		Entre o Forte Novo e S. Jacinto (N. Sr.ª. das Areias)
		1780			João Iseppi, italiano	Suspensas em 1783, pois segundo o Prof. de Matemática da U. C. José Monteiro Rocha, devia ser aberta mais a Norte	Manter a actual barra
Séc. XIX	Abertura artificial da Barra actual	1788	A 30 km Sul de Aveiro	Obstruída	Guilherme Valleré, Marechal francês		
		1791		Fechada	Louiz d'Allincourt e Padre Estêvão Cabral	Abertura de um desaguadouro fortificado e protegido por um dique	Abrir um regueirão a Sul da Capela da Nossa Senhora das Areias
		1802	Mira	Fechada, abandonada, provocando a miséria total da região	Reinaldo Oudinot e Luiz Gomes de Carvalho	Construção de um dique transversal com início na parte Norte da Gafanha e passando pelo Sul do Forte Novo	Dois projectos independentes, sendo o de Oudinot aprovado: entre o Forte Novo e S. Jacinto, a 2 km Sul da Capela
		1803		Trabalhos prolongados por cinco anos, provocando grandes inundações	Luiz Gomes de Carvalho	Divisão da laguna em duas partes independentes	Alterou o projecto de Oudinot
		1807	Barra actual	Aberta apenas por algumas horas		Abertura de comportas para dar passagem às águas do canal de Mira	
		1808		Suicida a assoreamento – progressão das		Construção do molhe do	Imobilização das dunas através da sementeira

				dunas		farol e do molhe norte nas margens de S. Jacinto	de pinhal
		1818				Construção de um dique na margem norte a 300 metros do molhe Sul	
		1820		Mau estado, com os diques completamente arruinados	Afastamento de Luiz Gomes de Carvalho		
		1836	A barra de Mira foi-se fechando por si própria	Ruína do molhe norte devido à ausência de obras de manutenção			
		1837	Rompimento do cordão litoral na Vagueira, a 9 km da barra nova	Assoreamento do canal da barra do Forte Novo; Destruição do dique da Gafanha; Grandes inundações			
				Tempestuoso Inverno			
		1847- 1856	Barra actual			Reconstrução do molhe	
		1858			Criação da Junta Administrativa e Fiscal das Obras de Aveiro (Eng. Silvério da Silva)	Reconstrução do dique Sul (meia-laranja); Construção de um dique Norte, convergente com o de Sul para Este	Projecto de John Rennie: permitir que as águas da Vagueira se juntem às de S. Jacinto, conseguindo o fecho da “barreta da Vagueira”
		1859		Quase fechada, consequência de uma restinga arenosa com progressão para Norte; Grande escassez de água na laguna		Construção de um dique a Norte a 300 m do molhe Sul; Reparação dos esporões de S. Jacinto e do molhe Sul	
		1861			Eng. Silvério da Silva	Reintegração das águas do canal de Mira no regime geral da laguna; Barreta da Vagueira obstruída	
		1873		Obstruída, devido à formação de um novo cabedelo			
		1874				Abertura da barra com o prolongamento do molhe Sul, com estacaria	Projecto Geral de Melhoramentos do Porto e da Barra de Aveiro: - corte oblíquo do molhe Sul; - prolongamento do molhe Sul; - abertura de um canal da cale da Vila; - demolição de parte dos esporões de S. Jacinto; - arborização das dunas;
		1898			Criação da Junta Administrativa das Obras da Ria e da Barra de Aveiro	Manteve as obras do canal do Espinheiro	
Séc. XX	Fixação definitiva da configuração do canal da barra	1921		Assoreada e impedindo a entrada na laguna, o acesso condicionado ao Porto de Aveiro	Substituição da Junta Administrativa das Obras da Ria e da Barra de Aveiro pela Junta Autónoma da Ria e Barra de Aveiro		
		1927			Eng. João Henriques Von Haff	Construção de um molhe Norte, paralelo ao molhe Sul, com uma extensão de 700 m, com um dique de	Projecto: harmonizar as correntes de vazante provenientes dos vários braços da Ria no extremo montante do canal de embocadura, concentrando-as numa direcção única por uma

						regularização na margem; Construção de dois diques curvilíneos, para concentração das correntes de vazante de S. Jacinto e de Mira	adequada disposição de um sistema de diques de guia
		1932 - 1936		Erosão do banco arenoso à saída da barra, aumentando a profundidade da coluna de água			
		1937					Projecto: Construção de dois molhes salientes relativamente à linha de costa
		1948 - 1958		Melhoria significativa das condições da barra, quando o comprimento do molhe Norte atingiu o proposto por Von Haff		Prolongamento do molhe Norte para 710 m; Construção de um molhe enraizado na praia, a cerca de 400 m a Sul do molhe Sul, com 912 m de comprimento;	
		1976-1977				Prolongamento de 70 m do dique Meia Laranja	
		1983 - 1887				Prolongamento de 500 m do molhe Norte	
Séc. XXI		Actualidade		Obras de manutenção nos canais e molhes do Porto de Aveiro Dragagens do canal de entrada do Porto de Aveiro			

Mapa 1 Vagueira 1958



Oceano Atlântico

Vagueira

Legenda

Limite Externo do Cordão Dunar Frontal

- Real
- Inferido

Limite Interno do Cordão Dunar Frontal

- Real
- Inferido

Dique Arenoso

- Limite Externo
- Limite Interno

Erosão Costeira

- Corredores Eólicos
- Galgamento
- Areias mobilizadas

- Cordão Dunar
- Zona Interdunar

Obras de Proteção Costeira

- Fixas
- Técnicas Suaves

Vias de Comunicação

- Caminhos
- Estradas

- Edificado
- Parque de Estacionamento
- Área de Lazer/ Aquaparque
- Área Urbana Edificada
- Área Urbana por Edificar
- Área Agrícola
- Mata
- Áreas Inundáveis
- Canal de Mira

0 250 500 Metros

1:10000

Sistema de Coordenadas
Hayford-Gauss, Datum 73

Marta Diego

RIMAR

POCT 2022 - 15/04/2023

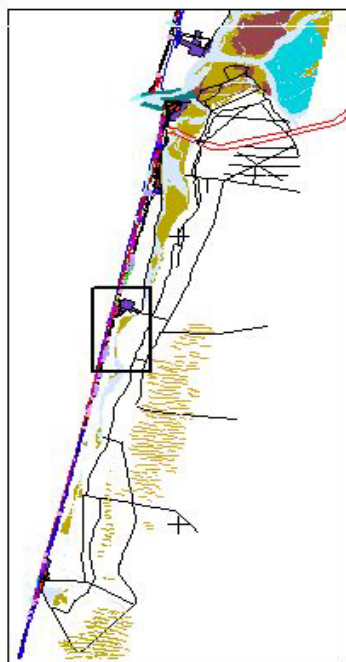
Departamento de Geociências
Universidade de Aveiro



LABSIG

Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica
e Estatística da Universidade de Aveiro

Mapa 2 Vagueira 1970



Oceano Atlântico

Vagueira

Legenda

Limite Externo do Cordão Dunar Frontal

- Real
- Inferido

Limite Interno do Cordão Dunar Frontal

- Real
- Inferido

Dique Arenoso

- Limite Externo
- Limite Interno

Erosão Costeira

- Corredores Eólicos
- Galgamento
- Areias mobilizadas

Cordão Dunar
Zona Interdunar

Obras de Protecção Costeira

- Fixas
- Técnicas Suaves

Vias de Comunicação

- Caminhos
- Estradas

Edificado

Parque de Estacionamento

Área de Lazer/ Aquaparque

Área Urbana Edificada

Área Urbana por Edificar

Área Agrícola

Mata

Áreas Inundáveis

Canal de Mira

0 250 500 Metros

1:10000

Sistema de Coordenadas
Hayford-Gauss, Datum 73

Marta Diogo

RIMAR

PROG IV 02, 11/04/95

Departamento de Geodésias

Universidade de Aveiro



LABSIG

Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica
e de Tecnologias de Cartografia na Universidade de Aveiro

Mapa 3 Vagueira 1998



Vagueira

Oceano Atlântico

Legenda

Limite Externo do Cordão Dunar Frontal

— Real

- - - Inferido

Limite Interno do Cordão Dunar Frontal

— Real

- - - Inferido

Dique Arenoso

— Limite Externo

— Limite Interno

Erosão Costeira

— Corredores Eólicos

— Galgamento

— Areias mobilizadas

— Cordão Dunar

— Zona Interdunar

Obras de Proteção Costeira

— Fixas

- - - Técnicas Suaves

Vias de Comunicação

— Caminhos

— Estradas

— Edifício

— Parque de Estacionamento

— Área de Lazer/ Aquaparque

— Área Urbana Edificada

— Área Urbana por Edificar

— Área Agrícola

— Mata

— Áreas Inundáveis

— Canal de Mira

0 250 500 Metros

1:10000

Sistema de Coordenadas
Hayford-Gauss, Datum 73

Marta Diego

RIMAR

POC IV 2.2.1 (MAR 17/1998)

Departamento de Geociências

Universidade de Aveiro

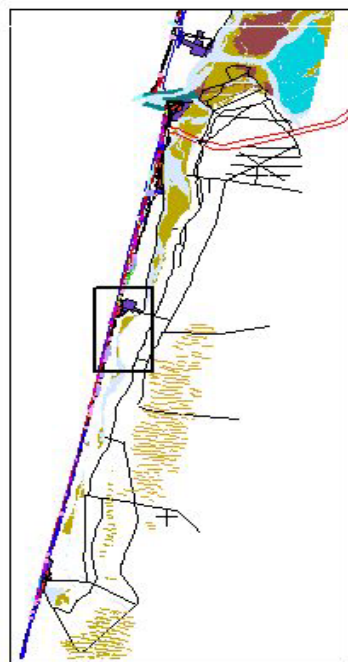


LABSIG

Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica

Universidade de Aveiro

Mapa 4 Vagueira 2002



Vagueira

Oceano Atlântico

Legenda

Limite Externo do Cordão Dunar Frontal

— Real
- - - Inferido

Limite Interno do Cordão Dunar Frontal

— Real
- - - Inferido

Dique Arenoso

— Limite Externo
— Limite Interno

Erosão Costeira

— Corredores Eólicos
— Galgamento
— Areias mobilizadas

— Cordão Dunar
— Zona Interdunar

Obras de Proteção Costeira

— Fixas
- - - Técnicas Suaves

Vias de Comunicação

— Caminhos
— Estradas

— Edificado

— Parque de Estacionamento

— Área de Lazer/Aquaparque

— Área Urbana Edificada

— Área Urbana por Edificar

— Área Agrícola

— Mata

— Áreas Inundáveis

— Canal de Mira

0 250 500 Metros

1:10000

Sistema de Coordenadas
Hayford-Gauss, Datum 73

Marta Digo

RIMAR

POC 112/02, 11/MAR/03

Departamento de Geociências
Universidade de Aveiro



LABSIG

Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica
Instituto de Geociências da Universidade de Aveiro

Mapa 5

Linha de Costa

1958, 1970, 1998 e 2002

(sobre fotografia aérea de 2002)

Legenda

Limite Externo do Cordão Dunar Frontal 1958

— Real
- - - Inferido

Limite Externo do Cordão Dunar Frontal 1970

— Real
- - - Inferido

Limite Externo do Cordão Dunar Frontal 1998

— Real
- - - Inferido

Limite Externo do Cordão Dunar Frontal 2002

— Real
- - - Inferido

Dique Arenoso 2002

— Limite Externo
— Limite Interno

Obras de Protecção Costeira

- - - Técnicas Suaves 1998
— Técnicas Suaves 2002
— Fixas 1998
— Fixas 2002



0 250 500 Metros
1:10000

Marta Dórgo
RIMAR
PROFESSOR ASSOCIADO
Departamento de Geodésias
Universidade de Aveiro

 **LABSIG**
Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica
e Cartografia da Universidade de Aveiro

